

2020.02.28.

무인항공기/AI를 이용한 갯벌
생물 공간정보 구축 기술 개발
및 활용을 위한 연구 기획

www.kiost.ac.kr

A planning research for technical development on the spatial data construction of intertidal organisms and its application based on the unmanned aerial vehicle(UAV) and artificial intelligence(AI)

제 출 문

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 “무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 및 활용을 위한 연구 기획”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 02. 28

총괄연구책임자 : 구 본 주

참 여 연 구 원 : 서 재 환
“ : 김 수 미
“ : 유 주 형
“ : 김 근 용
“ : 장 민 성
“ : 이 석
“ : 노 재 훈
“ : 유 옥 환
“ : 최 동 환
“ : 김 범 준
“ : 조 혜 경

보고서 초록

| | | | | | |
|---|-----------------------|--|--------------------------------|-------------|--|
| 과제고유 번호 | PE99785 | 해당단계 연구기간 | 2019.05.01.- 2019.12.31 | 단계 구분 | |
| 연구사업명 | 중사업명 | | | | |
| | 세부사업명 | | | | |
| 연구과제명 | 대과제명 | | | | |
| | 세부과제명 | 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 및 활용을 위한 연구 기획 | | | |
| 연구책임자 | 구 분 주 | 해당단계 참여연구원수 | 총 : 12 명 내부: 7 명 외부: 5 명 | 해당단계 연구비 | 정부: 81,000 천원 기업: 천원 계 : 81,000 천원 |
| | | 총연구기간 참여연구원수 | 총 : 12 명 내부: 7 명 외부: 5 명 | 총 연구비 | 정부: 81,000 천원 기업: 천원 계 : 81,000 천원 |
| 연구기관명 및 소속부서명 | 한국해양과학기술원 해양생태연구센터 | | 참여기업명 | | |
| 국제공동연구 | | | | | |
| 위탁연구 | | | | | |
| 요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내) | | | | 보고서 면수 | 98 |
| <input type="checkbox"/> 인공지능 객체인식 학습자료 구축안 제시 및 시험 구축 - 흰이빨갯지렁이(해양보호생물)의 인공지능 객체인식 학습자료 시험 구축 및 갯벌 생물 인공지능 객체인식 학습자료 구축안 제시 <input type="checkbox"/> 무인항공기를 이용한 다중 갯벌 영상 제작 기술 수준/요건 검토 및 영상 시험 제작 - 저고도 비행(7 m 이하)을 통한 고해상도 갯벌 정사영상 제작 및 다중 갯벌 영상 제작 기술 수준/요건 검토 <input type="checkbox"/> 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술 검토 및 시험 제작 - Faster R-CNN 딥러닝을 이용한 흰이빨갯지렁이 객체인식 알고리즘 시험 제작 (훈련정확도 98%, 검출정확도 41%) 및 제작 기술 검토 <input type="checkbox"/> 무인항공기/AI 기술 개발 로드맵 제시 및 완성 기술 수준 검토 - 무인항공기/AI 기술 개발 로드맵 작성 및 완성 기술 수준 검토 <input type="checkbox"/> 무인항공기/AI 기술 적용을 위한 연구 체계 수립 - 무인항공기/AI 기술 적용을 위한 연구 체계 수립 및 기술개발 로드맵 작성 <input type="checkbox"/> 연구 체계 수립 로드맵 제시 - 무인항공기/AI 기술 개발 및 활용을 위한 연구 체계 수립 및 로드맵 작성 | | | | | |
| 색인어 (각 5개 이상) | 한 글 | AI, 딥러닝, 갯벌, 공간정보, 무인항공기 | | | |
| | 영 어 | artificial intelligence, deep learning, tidal flat, spatial information, unmanned aerial vehicle | | | |

요 약 문

I. 제 목

무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 및 활용을 위한 연구 기획.

II. 연구개발의 목표 및 필요성

□ 연구개발의 목표

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물의 공간정보 구축 기술 개발과 이의 적용을 위한 연구 체계 수립 기획.

□ 연구개발의 필요성

○ 기술적 측면

- 갯벌생태계 공간정보 데이터맵 구축을 위한 4차산업 기반 기술 개발의 필요성.

○ 경제·산업적 측면

- 갯벌생태계 공간정보 데이터맵 구축을 통한 갯벌생태계의 효율적 관리 필요성.

○ 사회·문화적 측면

- 사회 현안 및 이슈 해결을 위한 해양환경 데이터맵 구축의 필요성.
- 홍보 및 교육 콘텐츠 개발을 위한 갯벌생태계 공간정보 플랫폼 개발/운용의 필요성.

Ⅲ. 국내외 기술개발 현황

□ 국내 연구동향

○ 무인항공기 기술

- 무인항공기를 이용한 지형변화, 연안환경변화 및 해양쓰레기 모니터링 연구 등이 수행되고 있음.

○ 인공지능 객체인식 기술

- 인공지능 객체인식 기술은 거의 전 분야에서 접목하려는 시도가 있으며 대부분 개발 초기 단계로 파악됨.

○ 무인항공기/AI를 이용한 인공지능 객체인식 기술

- 무인항공기를 이용해 갯벌 생물 검출 연구는 수행되고 있지만 갯벌 생물의 서식지 탐색 수준에 머무르고 있으며 특히, AI 기술을 활용한 생물량 정량화 연구는 수행되지 않고 있음.

□ 국외 연구동향

○ 무인항공기 기술

- 무인항공기를 이용한 지형변화, 연안환경변화 및 수서생물 파악/분류 연구 등이 수행되고 있음.

○ 인공지능 객체인식 기술

- 객체인식을 위한 알고리즘은 2012년을 기점으로 딥러닝 기법이 활발히 적용되고 있으며 현재도 고성능 객체인식을 위한 딥러닝 네트워크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음.
- 객체인식을 위한 딥러닝 기법은 성능 향상 뿐 아니라 연산을 가속하거나 효율적으로 학습시키기 위하여 다양하게 연구가 진행되고 있음.

○ 무인항공기/AI를 이용한 인공지능 객체인식 기술

- 무인항공기/AI 또는 무인항공기/이미지 분석 프로그램을 이용한 생물 검출 연구가

시작 단계이며 영국, 미국, 호주를 중심으로 연구가 활발하게 진행중.

- 최근, 본 과제에서 개발하고자하는 기술과 유사한 드론과 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 달랑게 개체수 맵핑 연구가 수행되었음.

□ 특허분석

○ 특허출원동향

- 주요 분석국인 한국, 미국, 일본, 유럽 등 모든 국가에서 지속적으로 관련기술의 출원이 증가하는 추세이며, PCT 출원 또한 증가하는 추세로 나타남. 특히 한국의 경우 출원 증가율이 높아 기술선도국과의 격차를 줄이기 위하여 관련분야의 연구개발이 활발하며, 관련특허 확보에 집중하고 있는 것으로 풀이됨.

IV. 연구개발 수행내용

□ 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 로드맵 구축

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술은 갯벌생물 인공지능 객체인식 학습자료 구축, 딥러닝을 이용한 학습자료 기계학습 및 객체인식 알고리즘 제작, 무인항공기를 이용한 초정밀 갯벌 정사영상 제작, 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 갯벌 정사영상의 대상 생물 검출 기술들로 이루어짐.

○ 인공지능 객체인식 학습자료 구축안 제시 및 시험 구축

- 인공지능 객체인식 알고리즘(Region-based Convolutional Neural Networks, Faster R-CNN)을 이용해 흰이빨참갯지렁이 서식굴 학습자료를 학습시킨 결과 약 98%의 높은 훈련 정확도를 나타냄. 하지만, 검출용 서식굴 자료를 이용한 검출 결과 약 37%의 낮은 검출 정확도를 나타냄.
- 갯벌 정사영상에서의 흰이빨참갯지렁이 서식굴 검출 결과 단일영상 검출율과 마찬가지로 약 41%의 검출 정확도를 나타냄.

○ 무인항공기를 이용한 다중 갯벌 영상 제작 기술 수준/요건 검토 및 영상 시험 제작

- 서식굴을 감지할 수 있는 저고도 비행이 가능한 기체는 중/소형 회전익 무인항공기임.
- 소형 무인항공기는 고도 10 m 내외의 고도에서 0.01 m 미만의 공간해상도로 정사영상의 생성이 가능하지만, 비행시간 및 정확도 측면에서 추가적인 발전이 필요함.
- 무인항공기를 이용해 제작한 고품소만 갯벌 정사영상은 약 3 mm의 공간해상도를 보

이며, 서식굴의 형태 및 크기를 관측할 수 있었음.

○ 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술 검토 및 시험 제작

- 적용하고자 하는 데이터 셋과 검출하고자 하는 객체 정보에 적합한 객체인식 알고리즘을 선택할 필요가 있으며 이를 위한 분석연구가 필수적임.
- 구축된 학습자료를 이용하여 흰이빨참갯지렁이 객체인식 딥러닝 수행 결과 훈련정확도는 98%로 높게 나타났지만 검증용 영상을 대상으로 한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 객체인식 수행 결과는 0.41의 낮은 AP를 보임.
- 무인항공기를 이용해 제작된 갯벌 정사영상을 대상으로 흰이빨참갯지렁이 객체인식 수행 결과 검출이 가능한 것으로 나타났지만 검출율은 낮은 것으로 나타남.

○ 무인항공기/AI 기술 개발 로드맵 제시 및 완성 기술 수준 검토

- 무인항공기/AI 기술을 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술은 인공지능 객체인식 학습자료 구축 기술, 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술, 고해상도 갯벌영상 제작 기술의 세 가지 요소기술로 구성되어지며 3년에 걸쳐 기술을 개발함.

□ 무인항공기/AI 기술 적용을 위한 연구 체계 수립

- 갯벌 생물 (밀도 및 생물량), 갯벌 환경 (퇴적상, 온도, 노출/침수시간, 조위 등), 갯벌 지형 (지형, 조류로 등)의 현장관측 점 데이터를 무인항공기 기술을 이용하여 광역 데이터로 확장시킬 수 있음. 갯벌 생물 및 환경 광역 데이터는 점 데이터의 부정확성을 보완함으로써 데이터의 정밀성을 향상시킬 수 있음.
- 원격탐사 기술 (무인/원격화 기술)을 이용하여 광역 데이터를 축적함으로써 갯벌 생물 및 환경 빅데이터를 구축할 수 있음. 갯벌 원격탐사 기술을 이용함으로써 갯벌 생물 및 환경 데이터 생산의 효율성을 확보할 수 있음.
- 구축된 갯벌 생물 및 환경 빅데이터와 인공지능을 이용하여 갯벌 공간정보 구축 인공지능을 개발하며 이를 통해 데이터 처리 효율성 및 인공지능/원격탐사 융합 원격 기술을 확보할 수 있음.

□ 기대효과 및 활용방안

○ 기대효과

- 원격탐사와 인공지능 기술을 이용한 갯벌 무인조사 가능.

- 점 자료(point data)의 비정확성을 보완한 갯벌 미세조류/갯벌생물의 밀도/생물량의 정밀 공간정보(spatial data) 구축.
- 무인조사/4차산업 핵심기술 기반 갯벌 생산량(일차/이차생산량) 산출 및 초정밀 갯벌환경 주제도 제작.
- 인공지능/원격탐사 기술을 이용해 정밀한 시·공간적 데이터를 효율적으로 생산하여 기존의 부정확한 해양생태계 데이터의 보완.

○ R&D 사업화 추진 전략

- 인공지능/원격탐사를 이용한 갯벌 생물/환경 공간정보 구축 기술은 1단계는 기술 개발 단계, 2단계는 시범 적용 단계, 3단계는 개발 기술의 활용 단계의 총 3단계로 구성되며, KIOST 주요사업을 통해 인공지능/원격탐사를 이용한 갯벌 생물/환경 공간정보 구축 기술 개발 및 시범 적용을 통한 공간정보 구축을 수행하고 개발된 기술을 바탕으로 R&D 사업으로 확장시켜 개발 기술을 활용하는 것으로 추진함.

V. 경제성 분석

□ 경제성 분석 결과

- 경제성 분석 결과 편익-비용비율은 1.12로서 본 연구개발 사업은 경제적으로 타당한 것으로 분석.
- 본 경제성 분석에서는 최종적으로 반영하지 않은 온실가스 배출량 감축 편익 등이 본 기획연구의 성과로 추가로 확인되면 편익-비용비율은 보다 더 증대될 것으로 전망.
- 내부수익율은 6.2%이며, 순현재가치는 276백만원인 것으로 분석.

S U M M A R Y

I . Title

A planning research for technical development on the spatial data construction of intertidal organisms and its application based on the unmanned aerial vehicle(UAV) and artificial intelligence(AI)

II. Objective and necessity

Objective

- A planning for development of technical development on the spatial data construction of intertidal organisms based on the unmanned aerial vehicle(UAV) and artificial intelligence(AI) and establishment of research system for its application

Necessity

○ Technical aspects

- Necessity on the technical development based on the quaternary industry technology for the construction of spatial data map of tidal flat ecosystem

○ Economic and industrial aspects

- Necessity on effective management of tidal flat ecosystem through the construction of spatial data map of tidal flat ecosystem

○ Social and cultural aspects

- Necessity on construction of marine environment data map for social issue resolution
- Necessity on development and management of spatial data platform of tidal flat ecosystem for content development of promotion and education

III. Current status of home and abroad on technical development

Domestic research trend

UAV technology

- Geomorphic changes, coastal environment changes, and marine litter monitoring studies are being conducted using UAV.

Object detection technology

- Object detection technology is attempted in almost all fields, and most of them are identified as early stages of development

Object detection technology using UAV/AI

- Although research on detecting marine organisms using UAV is being carried out, still at the level of habitat exploration, and research on quantifying biomass using AI technology is not being carried out

International research trend

UAV technology

- Geomorphic changes, coastal environment changes, and aquatic organism identification/classification studies are being conducted using UAV.

Object detection technology

- As of 2012, deep learning techniques have been actively applied to algorithms for object detection, and research on deep learning networks for high-performance object detection is still actively carried out

- Deep learning techniques for object detection are being researched in various ways not only to improve performance but also to accelerate operation

- Object detection technology using UAV/AI

- Research on organism detection using UAV/AI or UAV/image analysis programs is in the beginning stage, and research is actively underway in UK, USA, and Australia
- Recently, a study was conducted on population mapping of ghost crab using drone and object detection algorithms similar to the technology in this study

- Patent analysis

- Patent application trend

- The number of applications and the PCT for related technologies in all countries including Korea, the USA, Japan, and Europe, which are major analysts, is on the rise. In particular, the increase rate of applications in Korea is high, which indicates that R&D in related fields is active in order to narrow the gap with technology leading countries, and that the company is focusing on securing related patents

VI. Results

- Establishment of technical development road map for construction on spatial data of intertidal organism using UAV/AI technologies

- Spatial data construction technology using UAV/AI consists of construction of object detection-based learning data, machine learning of learning data using deep learning, production of ultraprecision tidal flat orthoimage and organism detection technology toward tidal flat orthoimage using object detection algorithm
- Proposal for the construction of object detection-based learning data and test construction

- The results of machine learning for the burrow of *Periserrula leucophryna* by using object detection algorithm (Region-based Convergence Natural Networks, Fast R-CNN) showed a high training accuracy with value of 98%. However, the detection accuracy results were very low with value of 37%
 - The detection accuracy of burrow of *Periserrula leucophryna* in tidal flat orthoimage was 41%
- Review of technical level/requirement on production technology of multiple tidal flat orthoimages using UAV and test production
- Medium/small rotational UAVs can fly at low altitude and detect burrow of macroinvertebrate
 - Small UAV can generate orthoimages at altitudes of 10 m or less with spatial resolution of less than 0.01 m, but further development is required in terms of flight time and accuracy
 - The Gomso Bay tidal flat orthoimages, produced using UAV showed a spatial resolution of about 3 mm and was able to observe the shape and size of the burrow of macroinvertebrate
- Review of production on object detection algorithm and test production
- It is necessary to select an object detection algorithm suitable for the data set to apply and object information to detect, and analysis research is essential for this purpose
 - The training accuracy was high with value of 98% on burrow of *Periserrula leucophryna* using learning data, but the object detection results of it on verification images showed a low AP with value of 0.41
 - The object detection of *Periserrula leucophryna* results toward tidal flat orthoimages showed the object detection is available but detection rate is low
- Proposal on road map of UAV/AI technical development and review of complete technology level
- The spatial data construction technology of intertidal organisms based on UAV/AI technologies consists of three elemental technologies: object detection-based learning data construction technology, object detection

algorithm production technology and ultraprecision tidal flat orthoimage production technology, which develops technology over three years

□ Establishment of research system for application of UAV/AI technologies

- The field data such as intertidal organisms, tidal flat environment and topography can be expanded to wide-area data using UAV technology which can improve data accuracy by compensating for inaccuracies in point data
- Big data of intertidal organisms and environment can be constructed by accumulation of wide-area data using remote sensing technology. Remote sensing technology ensures efficiency in the data production of intertidal organisms and environment
- The artificial intelligence of spatial data construction is developed by using big data and artificial intelligence, which can secure data processing efficiency and artificial intelligence/remote sensing technologies

□ Expected effects and Applications

- Expected effects
 - Unmanned investigation of tidal flat using remote sensing and artificial intelligence technology is possible
 - Construction on precise spatial data of the density/biomass of microalgae/intertidal organisms
 - Estimation of primary production and secondary production of tidal flat and production of ultraprecision tidal flat environment thematic map based on the unmanned investigation/quaternary industry technology
 - Complement inaccurate marine ecosystem data by efficiently producing accurate spatio-temporal data using artificial intelligence/remote sensing technologies
- Strategy for R&D
 - Spatial data construction technology of intertidal organism and

environment using artificial intelligence/remote sensing consists of three stages: first stage of technology development, second stage of pilot application, and third stage of application of development technology. Based on the development technologies for developing and pilot application of the technology for construction of intertidal organism and environment spatial data using artificial intelligence/remote sensing through KIOST project, it is promoted to implement spatial information and expand into R&D to utilize development technologies

V. Economic analysis

The results of economic analysis

- According to the economic analysis, the benefit-cost ratio is 1.12, and the this project is economically feasible
- The benefit-cost ratio is expected to increase further if the benefits of reducing greenhouse gas emissions are further confirmed as the results of this project
- The internal rate of return is 6.2% and net present value is 276 million won

C O N T E N T S

| | |
|--|----|
| Chapter 1. Introduction | |
| Section 1. Objective of research | 26 |
| 1. Objective | 26 |
| 2. Contents and scope | 26 |
| Section 2. Necessity of research | 27 |
| 1. Technical aspects | 27 |
| 2. Economic and industrial aspects | 27 |
| 3. Social and cultural aspects | 27 |
| Chapter 2. State of Art | |
| Section 1. Domestic research trend | 28 |
| 1. UAV technology | 28 |
| 2. Object detection technology | 33 |
| 3. Object detection technology using UAV/AI | 34 |
| Section 2. International research trend | 35 |
| 1. UAV technology | 35 |
| 2. Object detection technology | 37 |
| 3. Object detection technology using UAV/AI | 42 |
| Section 3. Patent analysis | 50 |
| 1. Analysis purpose | 50 |
| 2. Analysis scope | 50 |
| 3. Analysis methods | 50 |
| 4. Analysis results | 52 |
| 5. Possibility of securing intellectual property rights | 53 |
| Chapter 3. Results | |
| Section 1. Establishment of technical development road map for construction on spatial data of intertidal organism using UAV/AI technologies | |
| 1. Technical overview | 54 |
| 2. Proposal for the construction of object detection-based learning data and test construction | 55 |

| | |
|--|-----|
| 3. Review of technical level/requirement on production technology of multiple tidal flat orthoimages using UAV and test production | 63 |
| 4. Review of production on object detection algorithm and test production | 78 |
| 5. Proposal on road map of UAV/AI technical development and review of complete technology level | 82 |
| Section 2. Establishment of research system for application of UAV/AI technologies | |
| 1. Establishment of research system | 84 |
| 2. Road map on establishment of research system | 85 |
| Section 3. Expected effects and Applications | |
| 1. Expected effects | 86 |
| 2. Strategy for R&D | 86 |
| Chapter 4. Economic analysis | |
| 1. Policy and technical feasibility analysis | 94 |
| 2. Economic feasibility analysis | 96 |
| Chapter 5. References | 97 |
| Appendix 1. Patent trend survey report | 99 |
| Appendix 2. Economic analysis report | 204 |
| Appendix 3. Consultation report | 250 |

List of Tables

| | |
|---|----|
| Table 3-1-1. The learning data construction and detection accuracy of <i>Periserrula leucophryna</i> burrow | 59 |
| Table 3-1-2. The consideration of species-specific characteristics in learning data construction | 60 |
| Table 3-1-3. Requirements on learning data construction of intertidal organisms | 61 |
| Table 3-1-4. Species-specific build-up plan for object detection learning data with environmental characteristics | 62 |
| Table 3-1-5. The dimension comparison by UAV platform | 63 |
| Table 3-1-6. The dimension comparison by UAV sensor | 64 |
| Table 3-3-1. Current status of marine protected organism designation and possibility of application of development technology | 92 |
| Table 4-2-1. The summary of economic analysis | 96 |

List of Figures

| | |
|--|----|
| Fig. 2-1-1. Observations of time series variation of coastal lines using UAV images | 28 |
| Fig. 2-1-2. The map for coastal line change | 29 |
| Fig. 2-1-3. Classification for surface sediment in tidal flat based on UAV images | 30 |
| Fig. 2-1-4. Changes in the area of red tide in fish farms | 31 |
| Fig. 2-1-5. The ship detection based on UAV images by using Retinanet | 32 |
| Fig. 2-1-6. The marine litter detection and mapping based on UAV images | 32 |
| Fig. 2-1-7. Conceptual diagram of city monitoring project in Hwaseong .. | 33 |
| Fig. 2-1-8. Conceptual diagram of city monitoring project in Jeju | 34 |
| Fig. 2-1-9. Habitat exploration of macroinvertebrate using UAV | 34 |
| Fig. 2-2-1. The orthoimages and GCP/verification point of Aguda beach and Cabedelo beach | 35 |
| Fig. 2-2-2. Geographic change using DEM change in the Seine estuary .. | 36 |
| Fig. 2-2-3. Shark observation in various environments using UAV | 37 |
| Fig. 2-2-4. The example of image classification and object detection problem toward cat and dog | 38 |
| Fig. 2-2-5. Milestones of object detection algorithm | 38 |
| Fig. 2-2-6. Paper flow chart og object detection algorithm | 39 |
| Fig. 2-2-7. Performance comparison by object detection algorithm | 39 |
| Fig. 2-2-8. Application of deep learning object detection | 40 |
| Fig. 2-2-9. Data set for technical development of object detection | 41 |
| Fig. 2-2-10. Performance index of object detection technology | 42 |
| Fig. 2-2-11. The organism detection research using UAV/AI or UAV/image analysis program by nation | 43 |
| Fig. 2-2-12. The organism detection research using UAV/AI or UAV/image analysis program of major countries | 43 |
| Fig. 2-2-13. The density mapping of <i>Arctomecon humilis</i> using drone and image analysis program | 44 |
| Fig. 2-2-14. Conceptual diagram on object classification of under water topography and fish using drone and image analysis program | 45 |

| | |
|--|----|
| Fig. 2-2-15. The burrow detection of ghost crab using drone and object detection algorithm | 46 |
| Fig. 2-2-16. The comparison on burrow detection of ghost crab between RF and CNN object detection algorithms | 47 |
| Fig. 2-2-17. The detection rate comparison between RF and CNN object detection algorithms | 47 |
| Fig. 2-2-18. The burrow detection of Lemming using drone and image analysis program | 48 |
| Fig. 2-2-19. The artificial fish detection using drone and object detection algorithm | 49 |
| Fig. 2-3-1. Analysis method for patent trends | 50 |
| Fig. 3-1-1. The overview on construction technology of intertidal organisms using UAV/AI | 54 |
| Fig. 3-1-2. The burrow entrance and feeding trace of <i>Periserrula leucophryna</i> | 55 |
| Fig. 3-1-3. The study site for learning data construction of <i>Periserrula leucophryna</i> | 56 |
| Fig. 3-1-4. Learning area designation of <i>Periserrula leucophryna</i> burrow using Matlab | 57 |
| Fig. 3-1-5. Learning area designation of <i>Periserrula leucophryna</i> burrow extracted from orthoimage | 58 |
| Fig. 3-1-6. The entrances of macroinvertebrate | 59 |
| Fig. 3-1-7. The production of topographical map based on UAV | 65 |
| Fig. 3-1-8. The connection of individual images using commercial software | 66 |
| Fig. 3-1-9. The securing extreme point and point cloud production using Photoscan | 67 |
| Fig. 3-1-10. The study site for topography production in tidal flat | 67 |
| Fig. 3-1-11. Orthoimage and DEM | 68 |
| Fig. 3-1-12. Identified micro morphology and vegetation distribution by orthoimage | 69 |
| Fig. 3-1-13. Density and distance of tideway | 70 |
| Fig. 3-1-14. The study area and flight condition | 70 |
| Fig. 3-1-15. Orthoimage and DEM | 71 |
| Fig. 3-1-16. The study site for topography production in tidal flat | 72 |
| Fig. 3-1-17. Estimated elevation error at the reference point and each ground reference point | 73 |
| Fig. 3-1-18. Orthoimage and DEM | 74 |

Fig. 3-1-19. The study site for topography production in Gomso tidal flat 75

Fig. 3-1-20. The spatial resolution and burrow of UAV images with elevation 76

Fig. 3-1-21. Orthoimage of Gomso tidal flat 77

Fig. 3-1-22. Expansion of Orthoimage in Gomso tidal flat 77

Fig. 3-1-23. DEM of KH and KM 78

Fig. 3-1-24. Technology flowchart of object detection algorithm 79

Fig. 3-1-25. Faster R-CNN object detection algorithm 79

Fig. 3-1-26. Learning and detection verification of *Periserrula leucophryna* burrow using Faster R-CNN detector 80

Fig. 3-1-27. The detection results of *Periserrula leucophryna* burrow toward learning data and verification data of Faster R-CNN 81

Fig. 3-1-28. Object detection results of *Periserrula leucophryna* in tidal flat orthoimage 81

Fig. 3-1-29. The technical development road map for spatial data construction of intertidal organisms using UAV/AI 82

Fig. 3-2-1. The road map for establishment of research system 85

Fig. 3-3-1. Promotion plan for R&D 87

Fig. 3-3-2. Phase 1 technical development road map 88

Fig. 3-3-3. Promotion plan from phase 1 to phase 2 88

Fig. 3-3-4. Application of AI/remote sensing technologies 89

목 차

제 1 장 서론

제 1 절 연구개발의 목표

- 1. 연구 목표 26
- 2. 연구 내용 및 범위 26

제 2 절 연구개발의 필요성 27

- 1. 기술적 측면 27
- 2. 경제·산업적 측면 27
- 3. 사회·문화적 측면 27

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내 동향

- 1. 무인항공기 기술 28
- 2. 인공지능 객체인식 기술 33
- 3. 무인항공기/AI를 이용한 인공지능 객체인식 기술 34

제 2 절 국외 동향

- 1. 무인항공기 기술 35
- 2. 인공지능 객체인식 기술 37
- 3. 무인항공기/AI를 이용한 인공지능 객체인식 기술 42

제 3 절 특허 분석

- 1. 분석 목적 50
- 2. 분석 범위 50
- 3. 분석 방법 50
- 4. 분석 결과 52
- 5. 지식재산권 확보 가능성 53

제 3 장 연구개발 수행 내용

제 1 절 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 로드맵 구축

- 1. 기술 개요 54
- 2. 인공지능 객체인식 학습자료 구축안 제시 및 시험 구축 55
- 3. 무인항공기를 이용한 다중 갯벌 영상 제작 기술 수준/요건 검토 및 영상 시험 제작 63
- 4. 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술 검토 및 시험 제작 78
- 5. 무인항공기/AI 기술 개발 로드맵 제시 및 완성 기술 수준 검토 82

제 2 절 무인항공기/AI 기술 적용을 위한 연구 체계 수립

- 1. 무인항공기/AI 기술 적용을 위한 연구 체계 수립 84
- 2. 연구 체계 수립 로드맵 85

제 3 절 연구개발 결과의 기대효과 및 활용방안

- 1. 기대효과 86
- 2. 활용방안 86

제 4 장 경제성 분석

- 제 1 절 정책·기술적 타당성 분석 94
- 제 2 절 경제적 타당성 분석 96

제 5 장 참고문헌 97

별첨 1. 특허 동향 조사 보고서 99

별첨 2. 경제성 분석 보고서 204

별첨 3. 무인항공기/AI 기술 적용 사업화 추진 계획 수립 자문 보고서 250

표 목 차

| | |
|--|----|
| 표 3-1-1. 흰이빨참갯지렁이 서식굴 객체인식 학습자료 구축 및 검출 정확도 | 59 |
| 표 3-1-2. 인공지능 객체인식 학습자료 구축 시 고려해야 될 갯벌 대형저서동물 종별 특징 | 60 |
| 표 3-1-3. 갯벌 생물 인공지능 학습자료 구축 요구 조건 | 61 |
| 표 3-1-4. 갯벌 생물 특성과 환경요소를 고려한 인공지능 객체인식 학습자료 구축안 | 62 |
| 표 3-1-5. 무인항공기 플랫폼별 제원 비교 | 63 |
| 표 3-1-6. 탑재센서 제원 비교 | 64 |
| 표 3-3-1. 해양무척추동물의 해양보호생물 지정 현황과 개발 기술 적용 가능성 | 92 |
| 표 4-2-1. 경제성 분석 결과 요약 | 96 |

그 립 목 차

| | |
|---|----|
| 그림 2-1-1. 무인항공기 영상을 활용한 해안선의 시계열 변화 관측 | 28 |
| 그림 2-1-2. 해안선 변화 지도 | 29 |
| 그림 2-1-3. 무인항공기 영상에 기반한 갯벌 표층 퇴적상 분류 | 30 |
| 그림 2-1-4. 양식장 내에서의 적조 발생 면적의 변화 | 31 |
| 그림 2-1-5. Retinanet을 활용한 무인항공기 영상 기반 선박탐지 | 32 |
| 그림 2-1-6. 무인항공기 영상 기반 해양쓰레기 탐지 및 매핑 | 32 |
| 그림 2-1-7. 경기도 화성 도심 모니터링 사업 개념도 | 33 |
| 그림 2-1-8. 제주 도심 모니터링 사업 개념도 | 34 |
| 그림 2-1-9. 무인항공기를 이용한 갯벌 대형저서동물의 서식지 탐색 | 34 |
| 그림 2-2-1. Aguda 해빈(왼쪽)과 Cabedelo 해빈(오른쪽)의 정사영상 및 GCP/검증점 | 35 |
| 그림 2-2-2. 세느강 하구역의 DEM 변화를 이용한 지형 변화 감지 | 36 |
| 그림 2-2-3. 무인항공기를 활용한 다양한 해양환경에서의 상어 관측(a: 맑은 천해 환경, b: sun glint가 발생한 해역, c: 파랑이 일어난 해역, d: 탁수해역) | 37 |
| 그림 2-2-4. 고양이와 개 영상에 대한 영상분류와 객체인식 문제의 예 | 38 |
| 그림 2-2-5. 객체인식 알고리즘의 milestones | 38 |
| 그림 2-2-6. 인공지능 객체인식 알고리즘 논문 흐름도 | 39 |
| 그림 2-2-7. 객체인식 인공지능 알고리즘별 성능비교 | 39 |
| 그림 2-2-8. 딥러닝 객체인식의 적용 사례 | 40 |
| 그림 2-2-9. 객체인식 인공지능 기술 개발을 위한 데이터셋 | 41 |
| 그림 2-2-10. 객체인식 인공지능 기술의 성능지표 모음 | 42 |
| 그림 2-2-11. 무인항공기/AI를 또는 무인항공기/이미지 분석을 이용한 생물 검출 연구의 국가별 논문 수(왼쪽)와 연도별 논문 수(오른쪽, 2020년은 예상 논문 수) | 43 |
| 그림 2-2-12. 주요 국가의 무인항공기 AI 또는 무인항공기/이미지 분석 프로그램을 이용한 생물 검출 연구 | 43 |
| 그림 2-2-13. 드론과 이미지 분석 프로그램을 이용한 <i>Arctomecon humilis</i> 의 개체수 맵핑 | 44 |
| 그림 2-2-14. 드론과 이미지 분석 프로그램을 이용한 수중 지형 및 어류의 객체분류 모식도 | 45 |
| 그림 2-2-15. 드론과 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 달랑게 서식굴 검출 | 46 |
| 그림 2-2-16. RF, CNN 객체인식 알고리즘을 이용한 달랑게 서식굴 검출 결과 | 47 |
| 그림 2-2-17. RF와 CNN 객체인식 알고리즘의 검출을 비교 결과 | 47 |

| | |
|---|----|
| 그림 2-2-18. 드론과 이미지 분석프로그램을 이용한 레밍 서식굴 검출 | 48 |
| 그림 2-2-19. 드론과 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 인공 어류 검출 | 49 |
| 그림 2-3-1. 특허 기술동향조사 분석 방법 | 50 |
| 그림 3-1-1. 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개요 | 54 |
| 그림 3-1-2. 흰이빨참갯지렁이 서식굴 입구와 섭식 흔적 | 55 |
| 그림 3-1-3. 흰이빨참갯지렁이 인공지능 학습자료 구축 연구지역 | 56 |
| 그림 3-1-4. Matlab을 이용한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 학습영역 지정 | 57 |
| 그림 3-1-5. 정사영상에서 추출한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 학습자료의 학습영역 지정 | 58 |
| 그림 3-1-6. 갯벌 대형저서동물의 서식굴 입구 | 59 |
| 그림 3-1-7. 무인항공기 기반 정밀지형도 제작과정 | 65 |
| 그림 3-1-8. 상용소프트웨어를 활용한 개별 영상의 접합(a: 영상 정렬, b: 지상기준점 정렬, c: 포인트 클라우드 및 텐스 클라우드 맵 생성, d: 정사영상 및 DEM 제작) .. | 66 |
| 그림 3-1-9. Photoscan을 활용한 극점 확보 및 포인트 클라우드 생성 과정 | 67 |
| 그림 3-1-10. 갯벌 지형도 제작 연구 지역 | 67 |
| 그림 3-1-11. 정사영상과 DEM | 68 |
| 그림 3-1-12. 정사영상을 통해 확인한 소지형 및 식생분포 | 69 |
| 그림 3-1-13. 조류로 밀도도(a) 및 거리도(b) | 70 |
| 그림 3-1-14. 연구지역 및 비행환경 | 70 |
| 그림 3-1-15. 정사영상 및 DEM | 71 |
| 그림 3-1-16. 갯벌 지형도 제작 연구 지역 | 72 |
| 그림 3-1-17. 상기준점과 각 지상기준점에서의 표고 오차 기대값 | 73 |
| 그림 3-1-18. 정사영상 및 DEM | 74 |
| 그림 3-1-19. 갯벌 영상 시험 제작 지역 | 75 |
| 그림 3-1-20. 고도에 따른 무인항공기 영상의 공간해상도와 촬영된 서식굴 | 76 |
| 그림 3-1-21. 합성한 정사영상 | 77 |
| 그림 3-1-22. 정사영상 확대 화면 | 77 |
| 그림 3-1-23. KH(왼쪽) 지역과 KM(오른쪽) 지역의 DEM | 78 |
| 그림 3-1-24. 객체검출 인공지능 기술 흐름도 | 79 |
| 그림 3-1-25. Faster R-CNN 객체검출 알고리즘 | 79 |
| 그림 3-1-26. Faster R-CNN detector를 이용한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 학습 및 검출성능 검증 | 80 |
| 그림 3-1-27. 훈련용과 검증용 영상에 대한 Faster RCNN 모델의 흰이빨참갯지렁이 서식굴 검출 결과 | 81 |
| 그림 3-1-28. 갯벌 정사영상에서의 흰이빨참갯지렁이 객체인식 수행 결과 | 81 |
| 그림 3-1-29. 무인항공기/AI 기술을 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 로드맵 | 82 |
| 그림 3-2-1. 연구 체계 수립 로드맵 | 85 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 그림 3-3-1. 단계별 사업화 추진 계획 | 87 |
| 그림 3-3-2. 1단계 기술 개발 로드맵 | 88 |
| 그림 3-3-3. 1-2단계 추진 계획 | 88 |
| 그림 3-3-4. 인공지능/원격탐사 기술 활용 | 89 |

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목표

1. 연구 목표

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물의 공간정보 구축 기술 개발과 이의 적용을 위한 연구 체계 수립 기획

2. 연구 내용 및 범위

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 로드맵 구축
 - 국내외 무인항공기, 인공지능 객체인식 및 무인항공기/AI를 이용한 인공지능 객체인식 연구 동향 및 특허 분석
 - 인공지능 객체인식 학습자료 구축안 제시 및 시험 구축
 - 무인항공기를 이용한 다중 갯벌 영상 제작 기술 수준/요건 검토 및 영상 시험 제작
 - 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술 검토 및 시험 제작
 - 무인항공기/AI 기술 검증 로드맵 제시 및 완성 기술 수준 검토
- 무인항공기/AI 기술 적용을 위한 연구 체계 수립
 - 무인항공기/AI 기술 적용을 위한 연구 체계 수립
 - 연구 체계 수립 로드맵 제시

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

- 갯벌생태계 공간정보 데이터맵 구축을 위한 4차산업 기반 기술 개발의 필요성
 - 4차산업 관련 기술 개발에 따라 정보통신기술 (ICT) 과 인공지능 (AI 딥러닝) 을 활용한 기술개발의 중요성이 높아짐. 이에 따라 기존 인력중심의 연구패러다임을 벗어나 4차산업 기술 개발을 적용한 갯벌생태계 공간정보 (서식지, 자원량 등) 데이터맵 구축 기술 개발이 필요함.
 - MSP(해양공간계획)의 효율적 운영을 위해서는 기존 point data의 한계를 벗어난 광역공간자료의 생산이 필수적임.

2. 경제·산업적 측면

- 갯벌생태계 공간정보 데이터맵 구축을 통한 갯벌생태계의 효율적 관리 필요성
 - 4차산업 기술을 활용하여 효율적이고 정밀한 갯벌생태계 공간정보의 데이터맵 구축 및 이를 활용한 갯벌생태계의 효율적 관리가 필요함.
 - 연안의 수산생산량 저감 현상을 해결하고, 지역 주민의 소득 향상에 기여할 수 있는 4차산업 기술이 필요함.

3. 사회·문화적 측면

- 사회 현안 및 이슈 해결을 위한 해양환경 데이터맵 구축의 필요성
 - 서·남해안 주요 갯벌의 사회 현안 및 이슈 분석과 이를 해결하기 위한 다학제간 융합 연구 클러스터의 구축 및 이를 활용한 해양환경 데이터맵 구축이 필요함.
- 홍보 및 교육 콘텐츠 개발을 위한 갯벌생태계 공간정보 플랫폼 개발 및 운용의 필요성
 - 4차산업 기술을 활용한 갯벌생태계 공간정보 데이터맵 플랫폼 개발, 운용 및 확장을 통해 홍보 및 교육 콘텐츠 개발이 필요함.
 - 기존의 2차원적인 콘텐츠에서 벗어나 3차원적 홍보 및 교육 콘텐츠 (VR, AR 등) 의 개발이 필요함.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내동향

1. 무인항공기 기술

○ 무인항공기 기술 동향

- 고정익 무인항공기(SmartPlanes 사의 SmartOne)와 회전익 무인항공기(DJI 사의 Vision-1000)를 활용하여 갯벌의 DEM을 제작하고, 시계열 분석을 통해 해안선 변화를 관측함 (그림 2-1-1).
- 대상 갯벌은 인천의 섬 중 하나인 소이작도의 벌안 해수욕장 앞의 갯벌로 넓이가 약 1 km² 의 반폐쇄형 갯벌 지형임.
- 고정익 무인항공기를 이용하여 해안선의 시계열 변화를 수집 및 정사영상을 획득하고, 회전익 무인항공기를 이용하여 갯벌 전체의 정사영상을 획득함.
- 시계열 해안선 자료를 내삽하여 제작된 DEM과 정사영상으로부터 작성된 DEM이 각각 제작되었으며, 각 해상도는 0.048 m, 0.082 m로 높은 공간해상도를 보임.
- 자료의 검증은 기 측량한 측선을 통해 이루어졌으며, 두 DEM 모두 현장관측 자료와 0.9 이상의 결정계수(R²)를 보임.

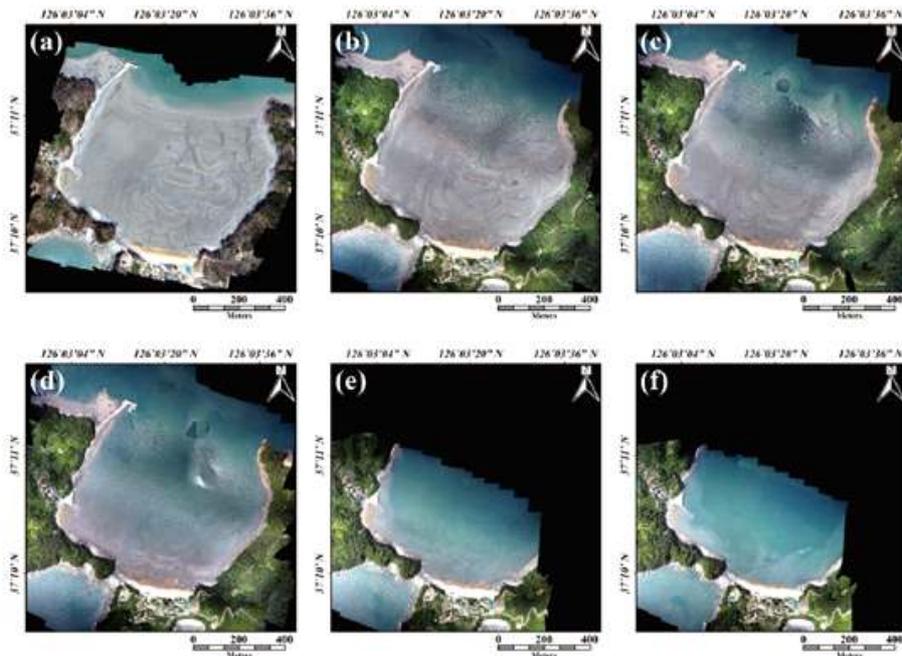


그림 2-1-1. 무인항공기 영상을 활용한 해안선의 시계열 변화 관측

- Lee et al. (2015)은 3D robotics사의 소형 드론인 IRIS+와 상용 소형디지털 카메라 GoPro3+를 활용하여 해안선 변화를 분석함으로써 드론을 활용한 해안선 자료 구축의 가능성을 보고함.
- 영상의 중복도는 약 40 % 로 비교적 낮은 중복도를 보임.
- 광각렌즈 사용으로 인한 영상 왜곡(방사왜곡, 접선왜곡)을 카메라 내부표정을 통해 제거함.
- 연구지역을 일정한 주기를 두고 촬영하여 해안선 변화 지도를 획득하였음 (그림 2-1-2).



그림 2-1-2. 해안선 변화 지도

- 무인항공기는 지형변화뿐만 아니라 연안환경변화 분석에도 활용되고 있으며, 고해상도 정사영상을 기반으로 다양한 분류알고리즘을 적용하여 갯벌의 표층 퇴적상을 분류함.
- 회전익 무인항공기를 이용하여 0.26 m 해상도의 정사영상과 0.5 m 해상도의 DEM을 제작하였음.
- 현장관측을 통해 획득한 연구지역의 퇴적상과 잔존수 정보, 지형정보(DEM)을 입력 자료로 하여 연구지역의 퇴적상을 정사영상을 통해 분류함 (그림 2-1-3).

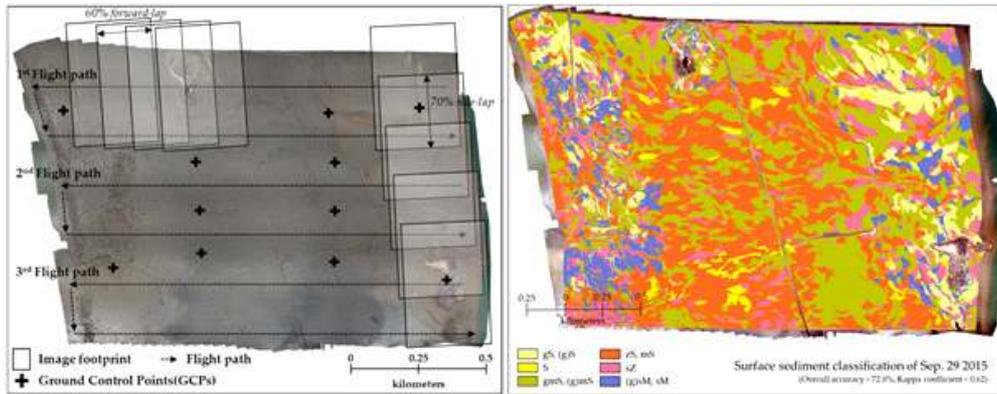


그림 2-1-3. 무인항공기 영상에 기반한 갯벌 표층 퇴적상 분류

- 갯벌이 아닌 해역에서는 무인항공기에 RGB 밴드를 가진 카메라를 탑재하여 적조 모니터링을 수행하였음.
- 고정익 항공기를 활용하여 양식장이 운영되고 있는 지역을 적조경보가 발령된 시기에 촬영함.
- 중복도를 70 %로 하여 양식장 및 연안해역의 정사영상을 생성함.
- RGB 합성영상에 K-means 기법을 활용하여 적조 매핑을 수행, 적조로 판단되는 영역의 변화를 감지함 (그림 2-1-4).
- 인공위성 기반의 해양모니터링의 한계점을 상호보완할 수 있을 것으로 판단됨.

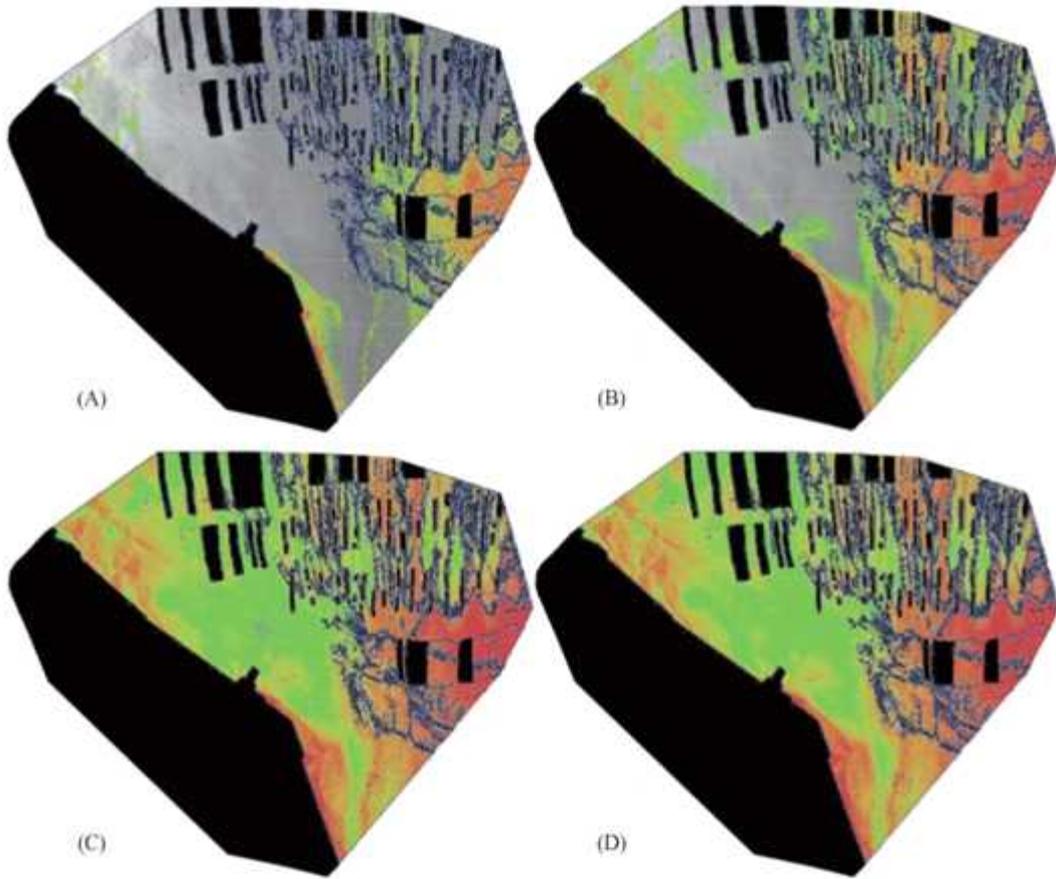


그림 2-1-4. 양식장 내에서의 적조 발생 면적의 변화

- 해상에서는 무인항공기 영상 상에서 선박검출과 해양쓰레기 모니터링 등의 연구가 수행되었음.
- 두 연구 모두 태양광 무인기를 활용하여 수행되었음.
- 태양광 무인기는 일반 무인기에 비해 압도적으로 긴 비행시간과 비행거리를 가지며, 태양광이 있는 낮 동안은 최대 14시간 지속하여 비행 가능함.
- 광학센서 및 열영상 센서를 탑재하여 관측을 수행하였으며, 확보한 영상으로부터 딥러닝 기법을 활용하여 각각의 영상에서 선박과 해양 쓰레기를 탐지함 (그림 2-1-5).

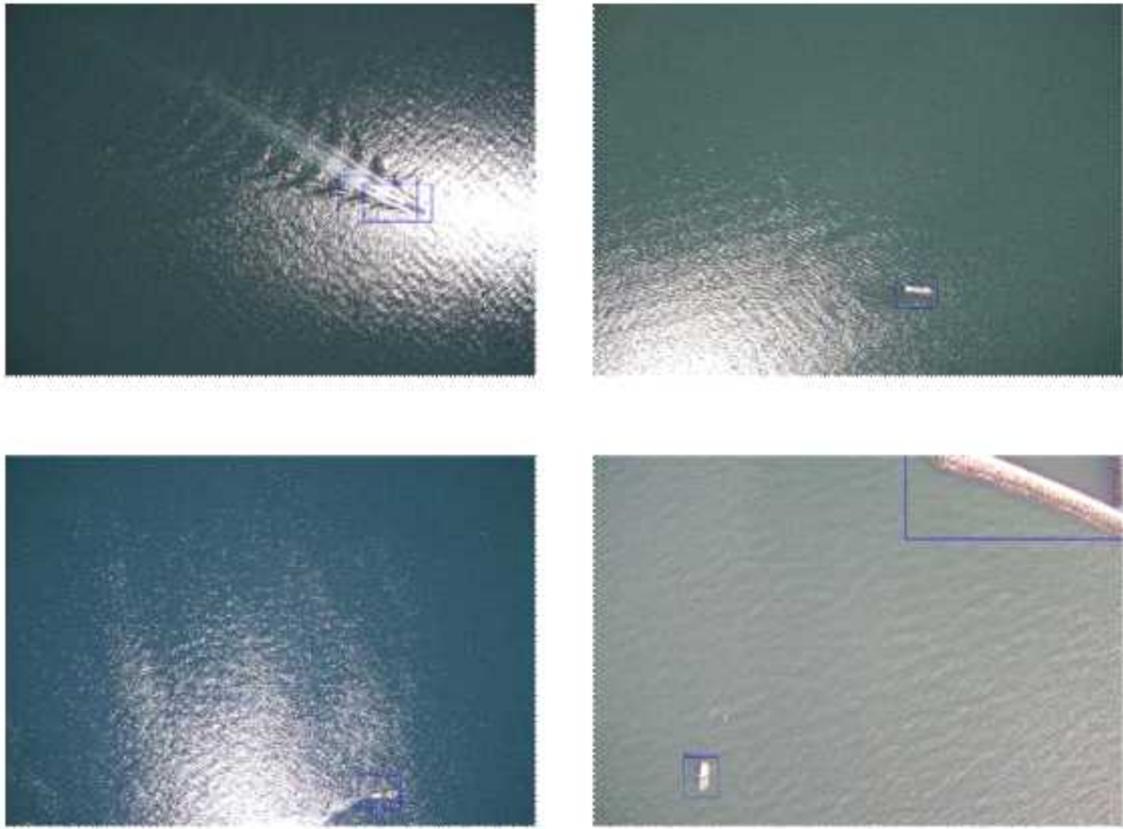


그림 2-1-5. Retinanet을 활용한 무인항공기 영상 기반 선박탐지



그림 2-1-6. 무인항공기 영상 기반 해양쓰레기 탐지 및 매핑

2. 인공지능 객체인식 기술

○ 인공지능 객체인식 기술 동향

- 국내에서 인공지능 객체인식 기술은 거의 전 분야에서 접목하려는 시도가 있으며 분야별로 훈련용 데이터셋 확보 및 검출 알고리즘의 기술수준은 천차만별이며 대부분 개발초기 단계로 파악됨.
- 기업, 연구소 및 대학을 중심으로 다양한 분야에서 인공지능 객체인식 기술을 접목하고 있으며 그 중 가장 활발하게 기술이 성장하고 산업화를 이루고 있는 분야는 자율주행을 위한 객체검출 인식 분야임.
 - ▶ 차량용 영상인식을 위하여 자율주행차의 인공지능 카메라는 주변 물체를 자동 감지하고 감지된 물체의 종류 및 환경의 의미를 이해하여 차량의 움직임을 제어하는바 인공지능 객체인식 기술은 자율주행의 핵심기술로 대기업 및 자동차 산업계의 소수 기업이 기술개발 역량을 확보하기 위하여 장기적 투자를 주도하는 양상임.
 - ▶ 인공지능 기술 개발에 있어 데이터셋 확보가 중요한 바 KAIST에서 Multispectral Pedestrian Detection Benchmark라는 HD급의 화질로 촬영된 95,000여장의 보행자 데이터 셋 (컬러영상 및 열 영상)을 국내 유일하게 공개함.
 - ▶ 포항공대의 보행자 검출 및 사람 행동 인식 기술, 연세대의 도로주행상황에서의 객체인식 기술, 홍익대차량인식 기술 등이 개발됨.
- 또한 주정차 위반 차량 관리, 야간순찰 및 환경 모니터링 등 사회안전 분야에서 무인이동체와 인공지능 기술을 접목하여 대기질, 환경, 안전 자동 모니터링을 위한 기술 개발이 정부 및 광역지자체 중심을 실증사업이 시작되었음 (그림 2-1-7, 2-1-8).

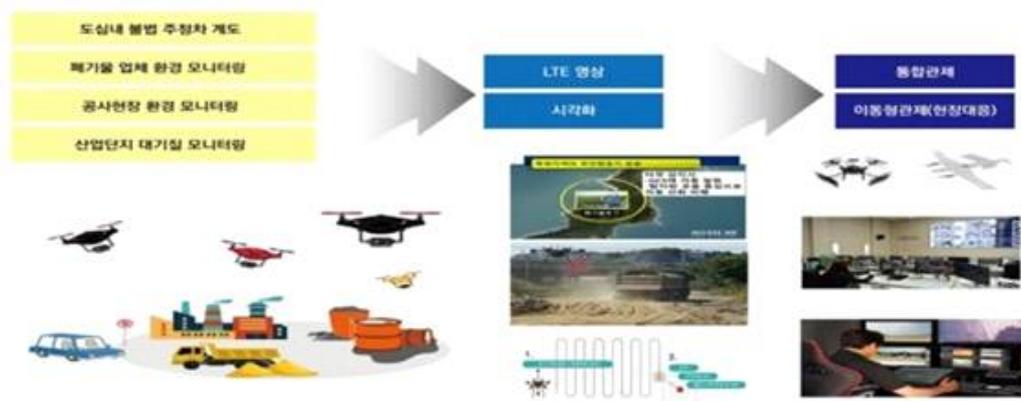


그림 2-1-7. 경기도 화성 도심 모니터링 사업 개념도



그림 2-1-8. 제주 도심 모니터링 사업 개념도

- 본 기획연구의 목표인 갯벌 생물 공간정보 구축을 위한 인공지능 객체인식 기술을 개발하기 위하여 갯벌 생물 공간 정보를 추출을 위한 유효한 데이터 셋 구축 및 정확한 객체인식 알고리즘 개발이 필요하며 아직 국내에서 데이터 셋 및 기술을 개발은 시작되지 않은 것으로 판단됨.

3. 무인항공기/AI를 이용한 인공지능 객체인식 기술

○ 무인항공기/AI를 이용한 인공지능 객체인식 기술

- 국내의 경우 무인항공기를 이용해 갯벌 생물 검출 연구는 수행되고 있지만 갯벌 생물의 서식지 탐색 수준에 머무르고 있으며 특히, AI 기술을 활용한 생물량 정량화 연구는 수행되지 않고 있음 (그림 2-1-9).



그림 2-1-9. 무인항공기를 이용한 갯벌 대형저서동물의 서식지 탐색

제 2 절 국외동향

1. 무인항공기 기술

○ 무인항공기 활용 연구 동향

- Goncalves et al. (2015)는 무인항공기를 이용하여 0.1m 공간해상도를 갖는 DEM을 제작함으로써 해안선과 사구를 관측함.
- 전세계적으로 문제가 되고 있는 연안침식 이슈와 관련하여 포르투갈의 Aguda 해변과 Cabedelo 해변에 대해서 무인항공기를 활용하여 DEM을 생성함.
- 고정익 무인기를 활용하여 0.04 m 급의 DEM을 생성하였고, 다양한 검증점을 통해 검증을 수행하였음 (그림 2-2-1).
- 동일한 DEM 내에서도 구역에 따라 다른 오차가 발생하며, 구역에 따라표고의 최대 오차는 0.4 m 정도로 나타나며, 최소 오차는 0.05 m로 나타남.

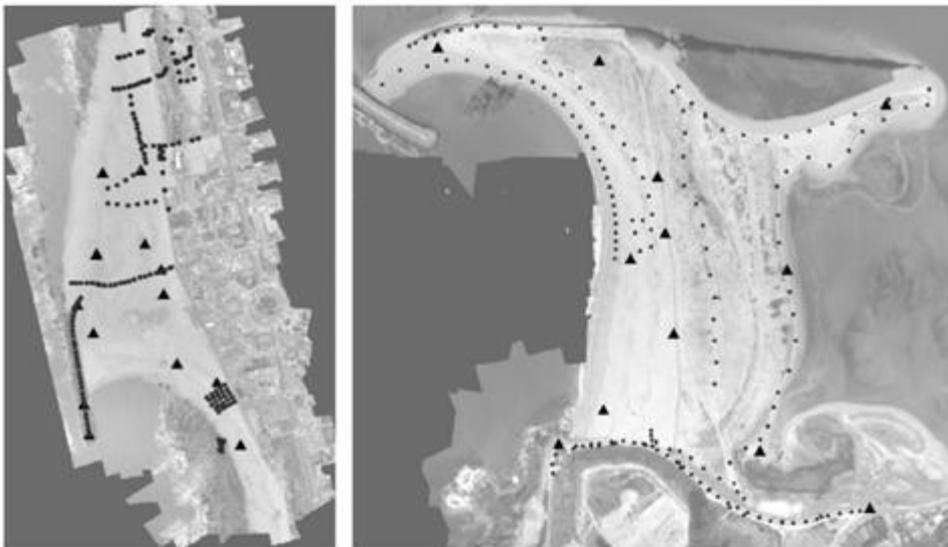


그림 2-2-1. Aguda 해변(왼쪽)과 Cabedelo 해변(오른쪽)의 정사영상 및 GCP/검증점

- Jaud et al. (2016)은 갯벌의 공간정보 구축을 위해 대형 회전익 무인항공기를 활용하여 다중시기의 정사영상과 DEM을 획득하고 서로 차분하여 분석함으로써 갯벌의 시계열적인 변화 양상을 분석함.
- 회전익 무인항공기를 활용하여 프랑스 세느강 하구역을 집중적으로 관측함.
- 디지털 광학카메라를 탑재하여, 3 m/s 의 낮은 속도로 60 %의 중복도를 가지게 운항하였으며, 하구 습지의 여러 구역을 대상으로 약 0.04 m의 DEM을 제작하였음.

- 2014년 9월, 2015년 3월, 2015년 9월의 3차례 관측을 실시하여, 각 DEM의 차이를 계산하였음 (그림 2-2-2).

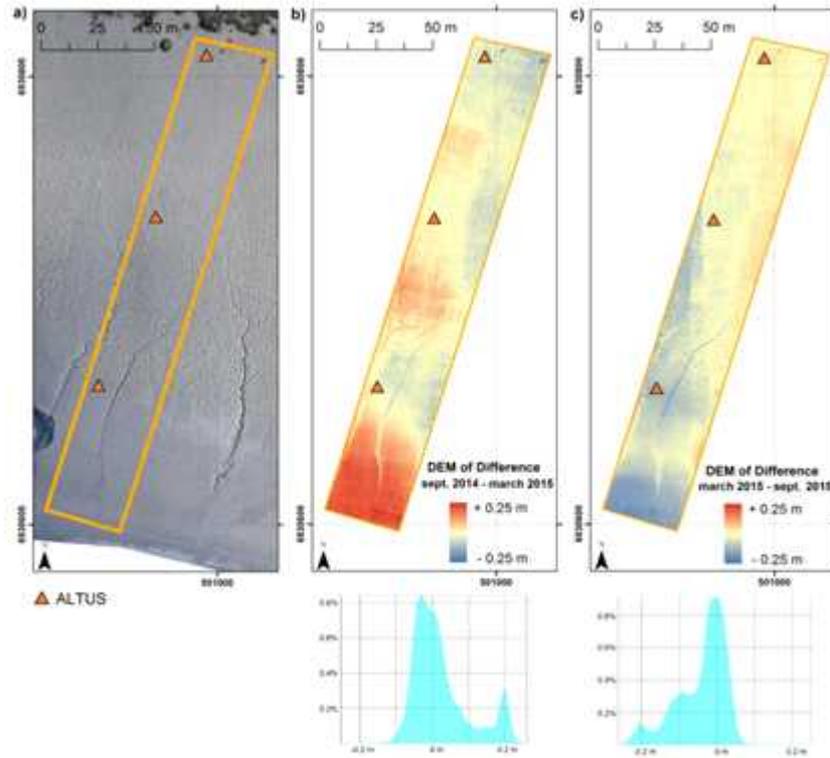


그림 2-2-2. 세노강 하구역의 DEM 변화를 이용한 지형 변화 감지

- 연안 지형뿐만 아니라 UAV 영상을 활용하여 수서생물을 파악하고 분류하는 연구에 대한 가능성을 연구하였음.
- 호주에서 수행된 연구로 20 kg 미만의 소형 무인항공기를 활용, 표층에 출현하는 수서생물을 관측하고 분류하고자 함 (그림 2-2-3).
- 유인항공기에 비해 좁은 관측 영역, 짧은 관측 시간 등의 단점이 있지만, 비용과 정확도 측면에서 장점을 보임.
- 추후 센서가 보다 발전한다면 현재 널리 사용되고 있는 유인항공기 기반 수서생물 관측을 대체할 수 있을 것으로 기대됨.

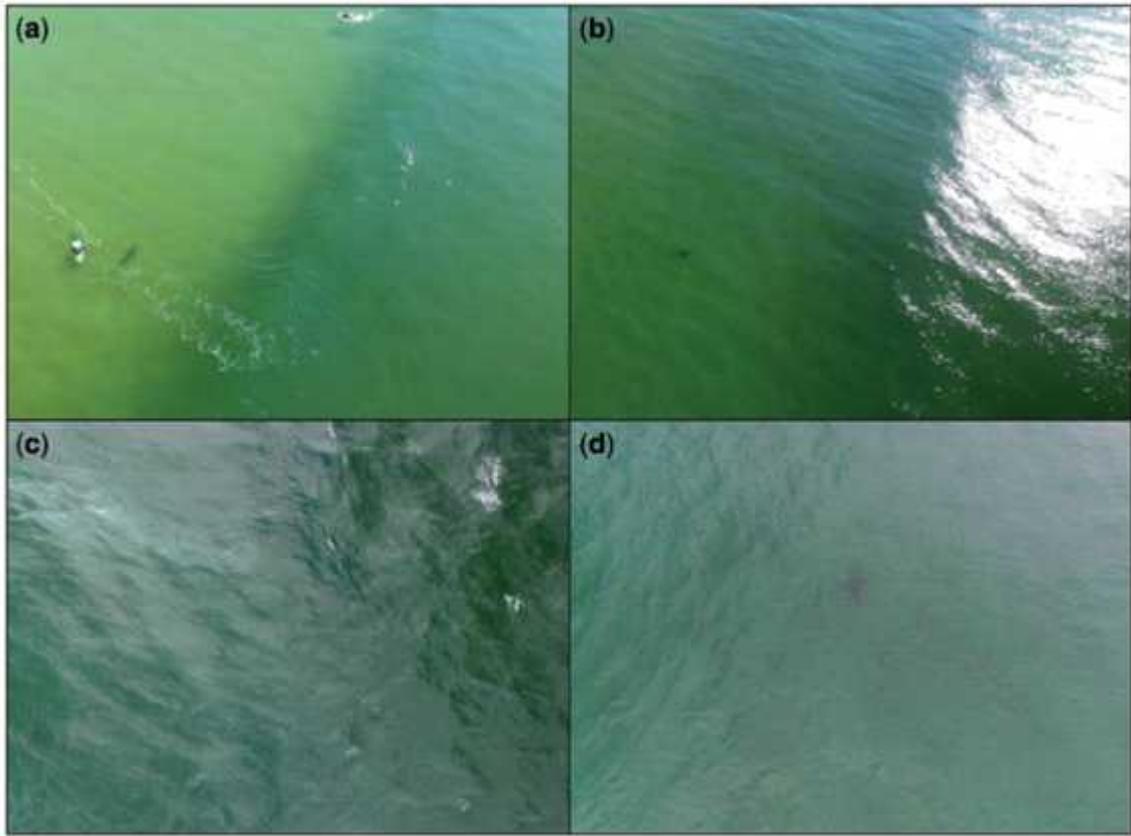


그림 2-2-3. 무인항공기를 활용한 다양한 해양환경에서의 상어 관측(a: 맑은 천해 환경, b: sun glint가 발생한 해역, c: 파랑이 일어난 해역, d: 탁수해역)

2. 인공지능 객체인식 기술

○ 객체인식 인공지능 알고리즘 동향

- 주어진 영상에서 영상을 종류별로 분류 (영상분류, image classification)하거나 영상 내 관심객체를 검출하고 해당 위치와 범위 정보를 제공하는 객체인식 (object detection) 분야는 인공지능 기술이 널리 적용되는 컴퓨터비전 분야임.
- 영상분류의 경우 주어진 영상에 대해 전체 객체 종류 (class)에 대해 확률 값을 구하고 가장 큰 확률값을 가지는 종류로 영상을 분류하는 반면, 객체인식은 객체를 구분할 뿐 아니라 해당 객체가 영상 내 어디에 위치하는지 bounding box로 위치 및 범위를 제공함 (그림 2-2-4).

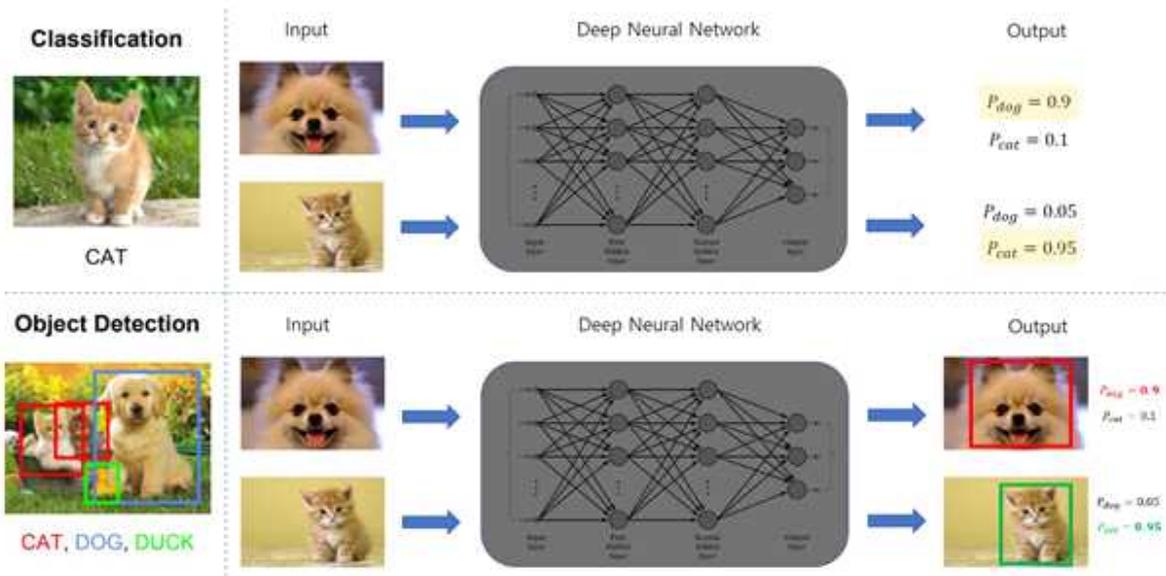


그림 2-2-4. 고양이와 개 영상에 대한 영상분류와 객체인식 문제의 예

- 객체인식을 위한 알고리즘은 다양한 방법으로 개발된 바 2012년을 기점으로 딥러닝 기법이 활발히 적용되고 있으며 현재도 고성능 객체인식을 위한 딥러닝 네트워크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음 (그림 2-2-5, 2-2-6).
- 객체인식을 위한 딥러닝 기법은 성능 향상 뿐 아니라 연산을 가속하거나 효율적으로 학습시키기 위하여 다양하게 연구가 진행되고 있음 (그림 2-2-7).

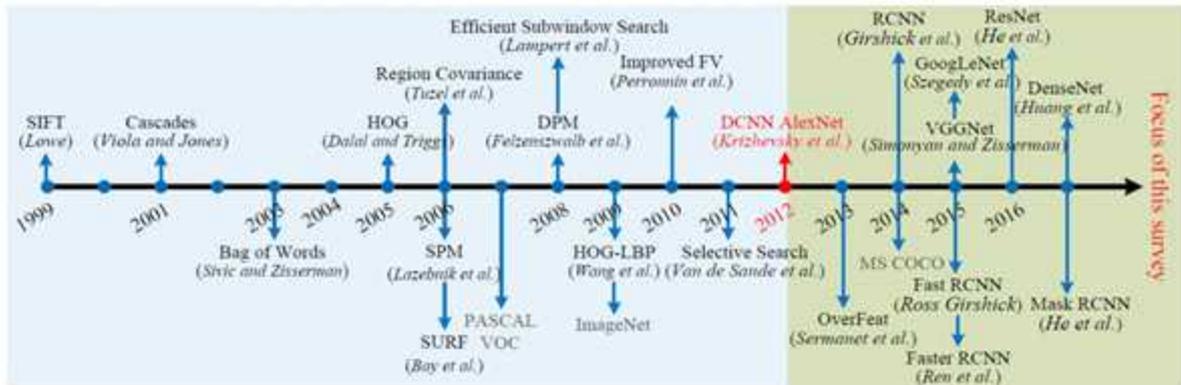


그림 2-2-5. 객체인식 알고리즘의 milestones

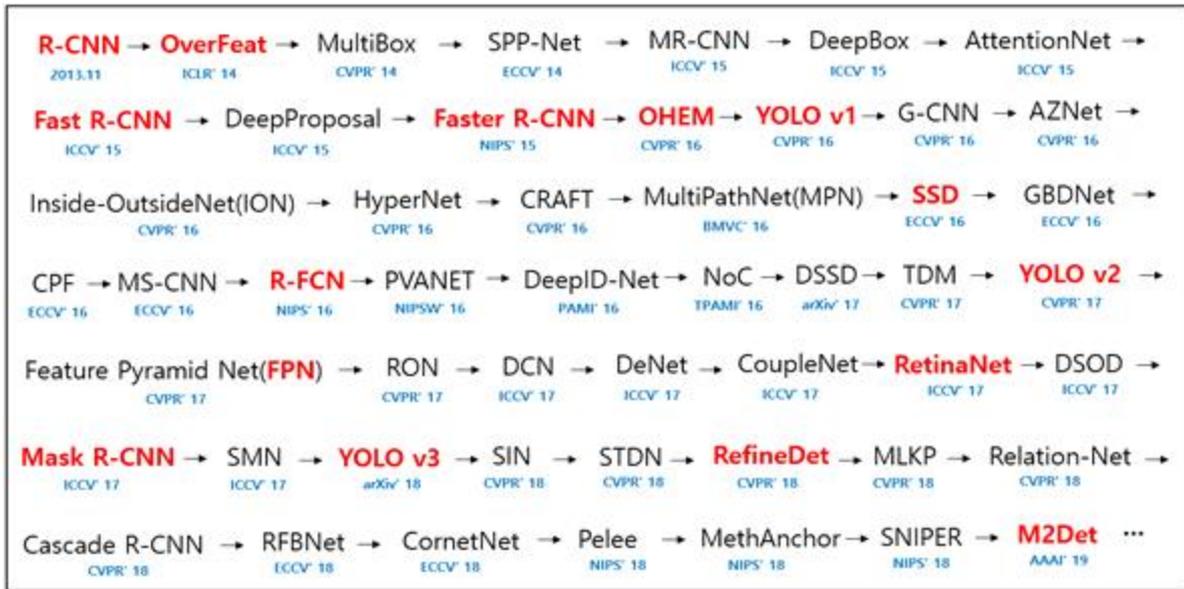


그림 2-2-6. 인공지능 객체인식 알고리즘 논문 흐름도

| Detector | VOC07 (mAP@0.5) | VOC12 (mAP@0.5) | COCO (mAP@0.5:0.95) | Published In | Detector | VOC07 (mAP@0.5) | VOC12 (mAP@0.5) | COCO (mAP@0.5:0.95) | Published In |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| S-Obj | 56.5 | - | - | CVPR'14 | STDN | 80.9 (07+12) | - | - | CVPR'18 |
| SPP-Net | 59.2 | - | - | ECCV'14 | RefineDet | 83.8 (07+12) | 83.5 (07++12) | 41.8 | CVPR'18 |
| MR-Only | 78.2 (07+12) | 73.9 (07+12) | - | ICCV'15 | SNIP | - | - | 45.7 | CVPR'18 |
| Fast R-CNN | 70.0 (07+12) | 68.4 (07++12) | 18.7 | ICCV'15 | Relation-Fastnet | - | - | 32.5 | CVPR'18 |
| Faster R-CNN | 73.2 (07+12) | 70.4 (07++12) | 21.8 | NIPS'15 | Cascade R-Only | - | - | 42.8 | CVPR'18 |
| YOLO v1 | 66.4 (07+12) | 57.9 (07++12) | - | CVPR'16 | MLKP | 80.6 (07+12) | 77.2 (07++12) | 38.6 | CVPR'18 |
| G-Obj | 86.0 | 86.4 (07+12) | - | CVPR'16 | Fibers-RMS | - | - | 41.8 | CVPR'18 |
| AZNet | 70.4 | - | 22.3 | CVPR'16 | RFBNet | 82.2 (07+12) | - | - | ECCV'18 |
| ION | 80.1 | 77.8 | 33.1 | CVPR'16 | CornetNet | - | - | 42.1 | ECCV'18 |
| HyperNet | 76.3 (07+12) | 73.4 (07++12) | - | CVPR'16 | RFBNet | 84.1 (07+12) | 83.7 (07++12) | 38.4 | ECCV'18 |
| OHEM | 78.8 (07+12) | 76.3 (07++12) | 22.4 | CVPR'16 | Pelee | 70.9 (07+12) | - | - | NIPS'18 |
| MPN | - | - | 33.2 | BMVC'16 | M2Det | 78.8 (07+12) | - | 37.8 | NIPS'18 |
| SSD | 76.8 (07+12) | 74.9 (07++12) | 31.2 | ECCV'16 | M2Det | - | - | 44.2 | AAAI'19 |
| GBDNet | 77.2 (07+12) | - | 27.0 | ECCV'16 | R-DAE | 81.2 (07++12) | 82.0 (07++12) | 43.1 | AAAI'19 |
| CPF | 76.4 (07+12) | 72.6 (07++12) | - | ECCV'16 | ScratchDet | 84.1 (07++12) | 83.6 (07++12) | 38.1 | CVPR'19 |
| R-FCN | 78.5 (07+12) | 77.8 (07++12) | 29.8 | NIPS'16 | Libra R-Obj | - | - | 43.0 | CVPR'19 |
| DeepID-Net | 89.0 | - | - | PAMI'16 | Resizing-RCNN | 82.5 (07++12) | - | 43.2 | CVPR'19 |
| NoC | 71.8 (07+12) | 66.8 (07+12) | 27.2 | TPAMI'16 | PIAF | - | - | 44.6 | CVPR'19 |
| DSSD | 81.5 (07+12) | 80.0 (07++12) | 33.2 | arXiv'17 | AmoebaNet - NAS-PPN | - | - | 47.8 | CVPR'19 |
| TDM | - | - | 37.3 | CVPR'17 | Cascade-RefineNet | - | - | 41.1 | CVPR'19 |
| FPN | - | - | 36.2 | CVPR'17 | TridentNet | - | - | 48.4 | ICCV'19 |
| YOLO v2 | 78.8 (07+12) | 73.4 (07++12) | - | CVPR'17 | DAFS | 85.3 (07+12) | 83.1 (07++12) | 40.5 | ICCV'19 |
| RON | 77.8 (07+12) | 73.4 (07++12) | 27.4 | CVPR'17 | Auto-PPN | 81.8 (07++12) | - | 45.5 | ICCV'19 |
| DeNet | 77.1 (07+12) | 73.9 (07++12) | 33.8 | ICCV'17 | FCOS | - | - | 44.7 | ICCV'19 |
| CoupleNet | 82.7 (07+12) | 80.4 (07++12) | 34.8 | ICCV'17 | FreeAnchor | - | - | 44.8 | NeurIPS'19 |
| RetinaNet | - | - | 38.1 | ICCV'17 | DetNAS | 81.5 (07++12) | - | 42.0 | NeurIPS'19 |
| DSOD | 77.7 (07+12) | 76.3 (07++12) | - | ICCV'17 | NATS | - | - | 42.0 | NeurIPS'19 |
| SMN | 70.8 | - | - | ICCV'17 | AmoebaNet - NAS-PPN + AA | - | - | 50.7 | arXiv'19 |
| Light-Head R-CNN | - | - | 41.5 | arXiv'17 | EfficientDet | - | - | 51.0 | arXiv'19 |
| YOLO v3 | - | - | 33.0 | arXiv'18 | | | | | |
| SIN | 76.0 (07+12) | 73.1 (07++12) | 23.2 | CVPR'18 | | | | | |

그림 2-2-7. 객체인식 인공지능 알고리즘별 성능비교

○ 객체인식 인공지능 응용분야

- 딥러닝 기반 객체인식은 자율주행 자동차, CCTV 감시망, 자동문자인식 (OCR), 원격 영상 분석, 신체 인식, 제조업 (결함검사 등) 및 무인계산시스템 등 다양한 부분에서 적용되고 있으며 거의 모든 나라에서 적극적으로 활용하고 있음 (그림 2-2-8).
- ▶ 보안: 얼굴인식, 보행자 검출, 지문 판별, 위조 검출, 특이점 검출
- ▶ 국방: 원격탐사 기반 객체검출, 지형 조사, 비행체 검출
- ▶ 교통: 차량 번호판 인식, 자율주행, 교통신호 인식
- ▶ 의학: 의학영상기반 검출, 암 검출, 질병 검출, 피부질환 검출, 건강 모니터링
- ▶ 생활: 지능형 주택, 생필품 검출, 이벤트 검출, 유형 검출, 영상자막 생성

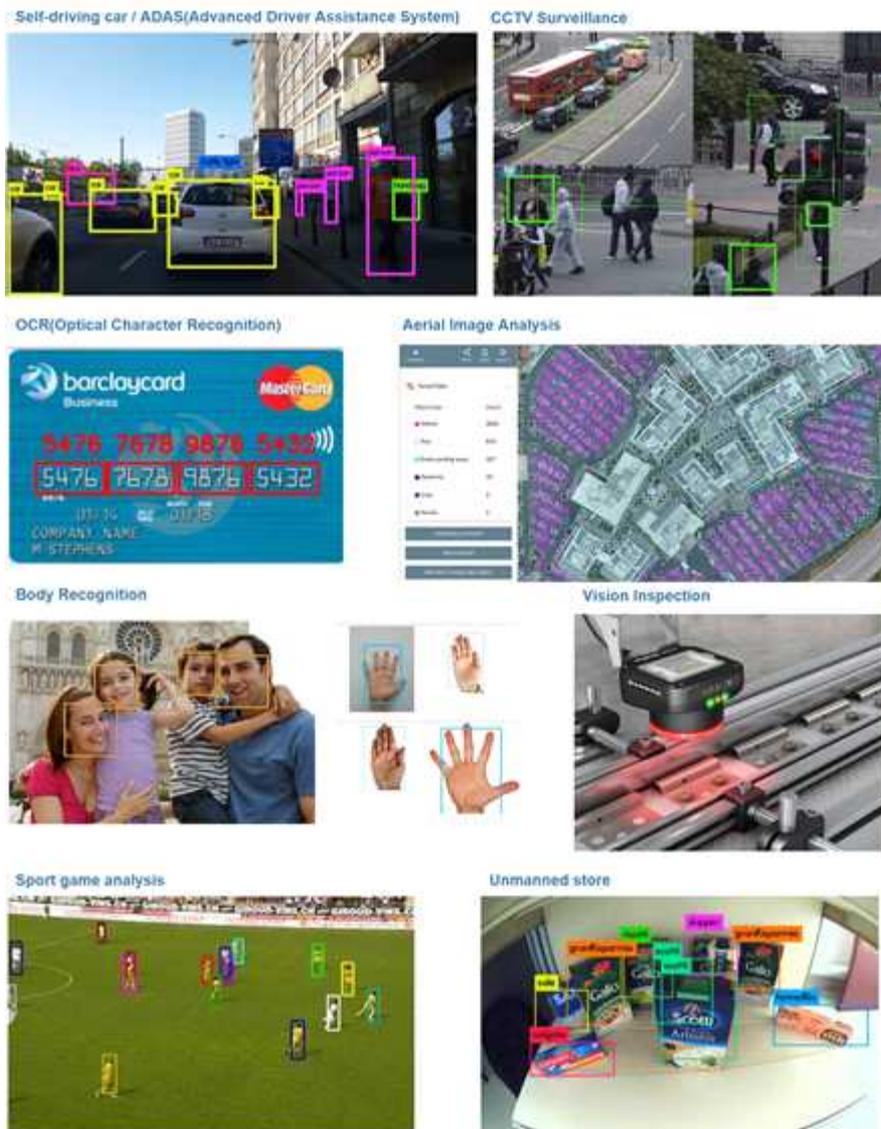


그림 2-2-8. 딥러닝 객체인식의 적용 사례

- 객체인식을 위한 인공지능 기술 개발에서 의미 있는 데이터 셋 구축이 중요한바 널리 사용되는 데이터 셋은 PASCAL VOC (Everingham et al. 2010, 2015, 영국), ImageNet (Deng et al. 2009, 미국), MS COCO (Lin et al. 2014, 미국) 및 Open Images (Kuznetsova et al. 2018, 구글 AI)임 (그림 2-2-9).

Table 2 Popular databases for object recognition

| Dataset name | Total images | Categories | Images per category | Objects per image | Image size | Started year | Highlights |
|--|--------------|------------|---------------------|-------------------|------------|--------------|---|
| PASCAL VOC (2012) (Everingham et al. 2015) | 11,540 | 20 | 303-4087 | 2.4 | 470 × 380 | 2005 | Covers only 20 categories that are common in everyday life; Large number of training images; Close to real-world applications; Significantly larger intraclass variations; Objects in scene context; Multiple objects in one image; Contains many difficult samples |
| ImageNet (Russakovsky et al. 2015) | 14 millions+ | 21,841 | - | 1.5 | 500 × 400 | 2009 | Large number of object categories; More instances and more categories of objects per image; More challenging than PASCAL VOC; Backbone of the ILSVRC challenge; Images are object-centric |
| MS COCO (Lin et al. 2014) | 328,000+ | 91 | - | 7.3 | 640 × 480 | 2014 | Even closer to real world scenarios; Each image contains more instances of objects and richer object annotation information; Contains object segmentation notation data that is not available in the ImageNet dataset |
| Places (Zhou et al. 2017a) | 10 millions+ | 434 | - | - | 256 × 256 | 2014 | The largest labeled dataset for scene recognition; Four subsets Places365 Standard, Places365 Challenge, Places 205 and Places88 as benchmarks |
| Open Images (Kuznetsova et al. 2018) | 9 millions+ | 6000+ | - | 8.3 | Varied | 2017 | Annotated with image level labels, object bounding boxes and visual relationships; Open Images V5 supports large scale object detection, object instance segmentation and visual relationship detection |

Example images from PASCAL VOC, ImageNet, MS COCO and Open Images are shown in Fig. 9



그림 2-2-9. 객체인식 인공지능 기술 개발을 위한 데이터셋

- 객체인식 인공지능 기술의 성능은 객체검출속도 (frame/sec), precision, recall, AP

(average precision), IOU (intersection over union) 등을 통하여 평가됨.

Table 5 Summary of commonly used metrics for evaluating object detectors

| Metric | Meaning | Definition and description |
|------------|------------------------|--|
| TP | True positive | A true positive detection, per Fig. 10 |
| FP | False positive | A false positive detection, per Fig. 10 |
| β | Confidence threshold | A confidence threshold for computing $P(\beta)$ and $R(\beta)$ |
| ϵ | IOU threshold | VOC Typically around 0.5 ILSVRC $\min(0.5, \frac{wh}{(w+10)(h+10)})$; $w \times h$ is the size of a GT box MS COCO Ten IOU thresholds $\epsilon \in \{0.5 : 0.05 : 0.95\}$ |
| $P(\beta)$ | Precision | The fraction of correct detections out of the total detections returned by the detector with confidence of at least β |
| $R(\beta)$ | Recall | The fraction of all N_c objects detected by the detector having a confidence of at least β |
| AP | Average Precision | Computed over the different levels of recall achieved by varying the confidence β |
| mAP | mean Average Precision | VOC AP at a single IOU and averaged over all classes ILSVRC AP at a modified IOU and averaged over all classes MS COCO AP_{coco} : mAP averaged over ten IOUs: $\{0.5 : 0.05 : 0.95\}$; $AP_{coco}^{IOU=0.5}$: mAP at IOU = 0.50 (PASCAL VOC metric); $AP_{coco}^{IOU=0.75}$: mAP at IOU = 0.75 (strict metric); AP_{coco}^{small} : mAP for small objects of area smaller than 32^2 ; AP_{coco}^{medium} : mAP for objects of area between 32^2 and 96^2 ; AP_{coco}^{large} : mAP for large objects of area bigger than 96^2 ; |
| AR | Average Recall | The maximum recall given a fixed number of detections per image, averaged over all categories and IOU thresholds |
| AR | Average Recall | MS COCO $AR_{coco}^{max=1}$: AR given 1 detection per image; $AR_{coco}^{max=10}$: AR given 10 detection per image; $AR_{coco}^{max=100}$: AR given 100 detection per image; AR_{coco}^{small} : AR for small objects of area smaller than 32^2 ; AR_{coco}^{medium} : AR for objects of area between 32^2 and 96^2 ; AR_{coco}^{large} : AR for large objects of area bigger than 96^2 ; |

그림 2-2-10. 객체인식 인공지능 기술의 성능지표 모음

- 객체인식을 위한 인공지능 알고리즘의 구조도 중요하나 검출하고자 하는 객체의 정보를 잘 추출할 수 있도록 훈련데이터를 구성하고 특징정보를 잘 표현할 수 있는 입력영상의 도메인을 설정하는 것이 적용하고자 하는 응용분야에 따라 성능을 좌우함 (그림 2-2-10).

3. 무인항공기/AI를 이용한 인공지능 객체인식 기술

- 현재 국외에서는 무인항공기/AI 또는 무인항공기/이미지 분석 프로그램을 이용한 생물 검출 연구가 시작 단계이며 영국, 미국, 호주를 중심으로 연구가 활발하게 진행중임.
- 아시아에서는 중국이 가장 많은 연구를 수행중이며 다음으로 일본이 많은 연구를 수행중임.
- 2017년 이후 무인항공기/AI 또는 무인항공기/이미지 분석 프로그램을 이용한 생물

검출에 관한 논문은 영국이 5편으로 가장 많으며 다음으로 미국과 호주가 4편 아시아에서는 중국이 3편으로 가장 많은 논문을 게재했음 (그림 2-2-11).

- 2017년 이후 무인항공기/AI 또는 무인항공기/이미지 분석 프로그램을 이용한 생물 검출에 관한 논문은 증가 추세에 있으며 2020년에는 12편 이상 게재 될 것으로 예상 됨

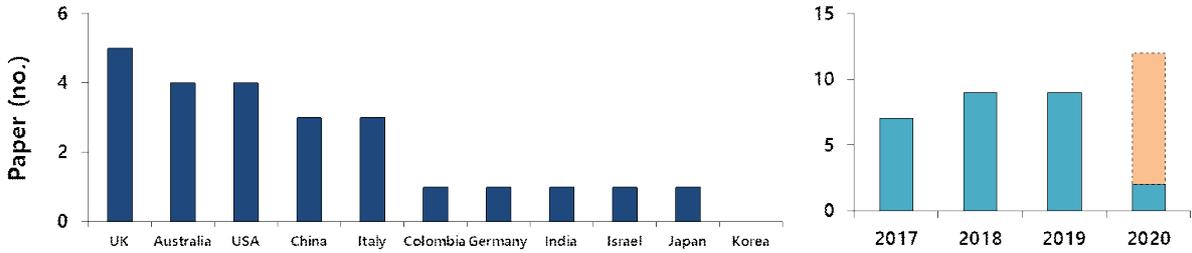


그림 2-2-11. 무인항공기/AI를 또는 무인항공기/이미지 분석을 이용한 생물 검출 연구의 국가별 논문 수(왼쪽)와 연도별 논문 수(오른쪽, 2020년은 예상 논문 수)

- 무인항공기/AI 또는 무인항공기/이미지 분석 프로그램을 이용한 생물 검출 연구의 국가별 주요 연구 결과는 다음과 같음 (그림 2-2-12).



그림 2-2-12. 주요 국가의 무인항공기 AI 또는 무인항공기/이미지 분석 프로그램을 이용한 생물 검출 연구

○ 미국

- 무인항공기(드론)과 이미지 분석 프로그램 (Pix4D)을 이용하여 미국 유타 주 워싱턴 카운티의 고유종이자 멸종위기 식물인 *Arctomecon humilis*의 개체수를 맵핑하는 연구를 수행함 (그림 2-2-13).

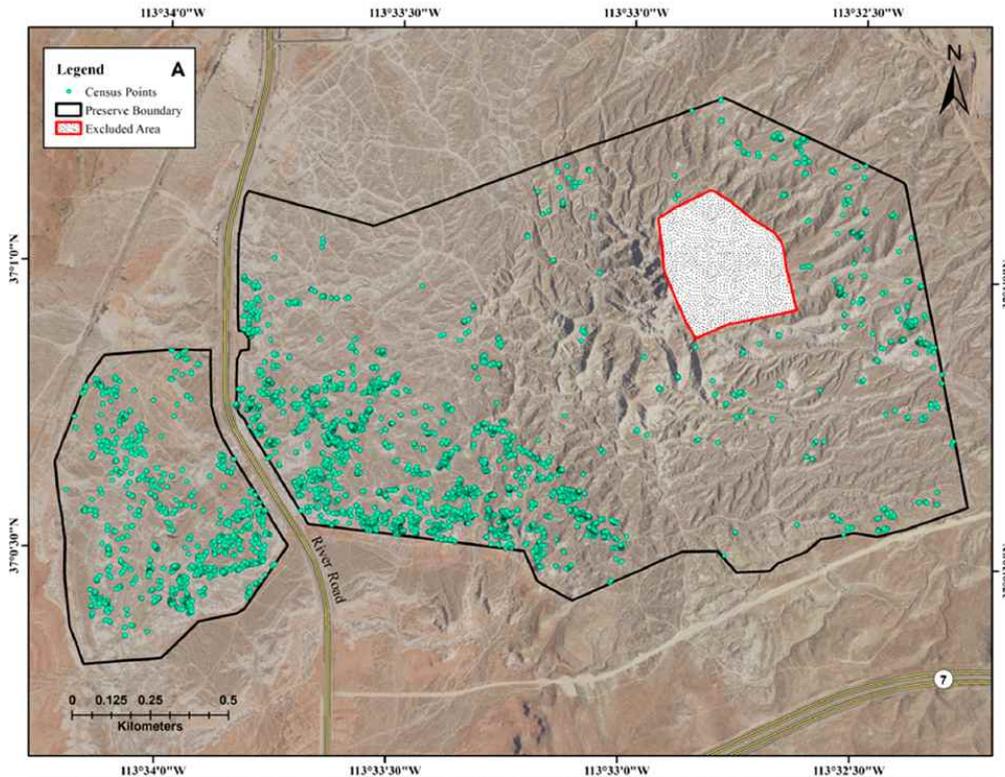


그림 2-2-13. 드론과 이미지 분석 프로그램을 이용한 *Arctomecon humilis*의 개체수 맵핑

- 드론 이미지는 50 m, 30 m와 15 m 고도에서 촬영하였으며 드론 이미지의 해상도는 각각 2.32 cm, 1.19 cm와 0.73 cm였음.
- 드론과 이미지 분석 프로그램을 이용하여 *Arctomecon humilis*의 개체수를 맵핑하였으나 50 m와 30 m에서 촬영한 이미지의 경우 해상도가 낮아 정밀한 개체 인식이 불가능 하였으며 15 m 고도에서 촬영한 이미지를 이용한 개체인식이 가장 높은 정확도를 나타냈음.
- 본 연구는 드론과 이미지 분석 프로그램을 이용해 멸종위기종 식물의 개체수를 맵핑한 의의를 가지나 개체인식 인공지능을 활용하지 않음.

○ 영국

- 무인항공기(드론)과 이미지 분석 프로그램(Structure from motion)을 이용하여 하천 주변의 퇴적상, 서식지 및 식생 맵핑 가능성을 제시함.
- 또한, 드론 이미지와 이미지 분석 프로그램(SfM)을 활용하여 수중 지형 및 어류의 객체분류 가능성을 제시하였음 (그림 2-2-14).

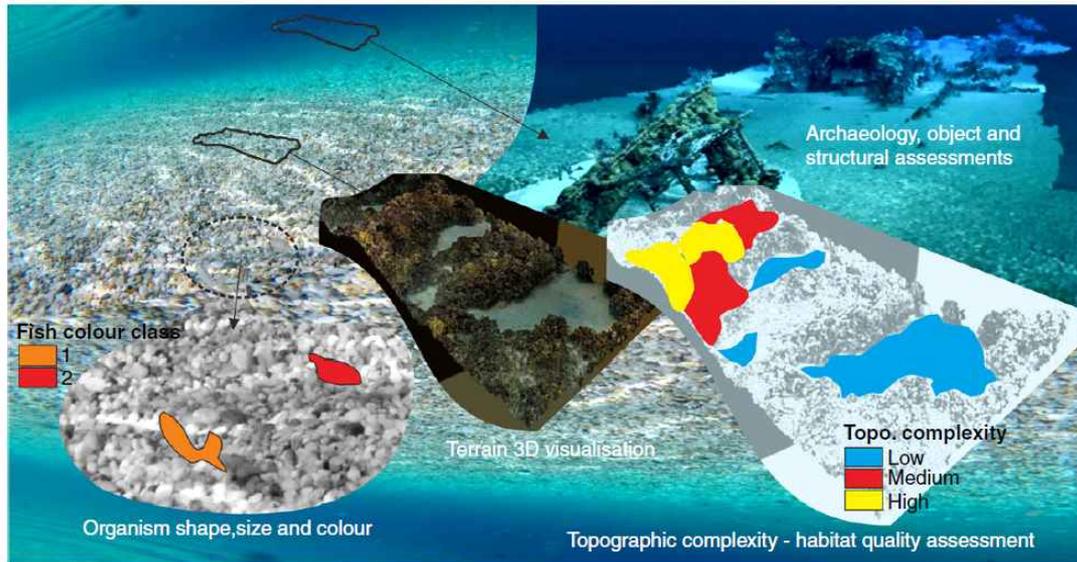


그림 2-2-14. 드론과 이미지 분석 프로그램을 이용한 수중 지형 및 어류의 객체분류 모식도

- 하지만, 본 연구는 실제 연구가 아닌 컨셉 연구로써 드론과 이미지 분석 프로그램을 이용한 가능성만을 제시하였으며, 미국의 경우와 마찬가지로 인공지능을 활용하지 않은 한계를 가지고 있음.

○ 호주

- 호주의 경우 본 기획과제에서 개발하고자 하는 기술과 가장 유사한 연구가 수행되었음. 무인항공기(드론), 이미지 분석 프로그램(Structure from motion), 인공지능 객체 인식(Random Forest, Convolutional Neural Network)을 이용하여 달랑게(Ghost crab)의 서식굴 객체인식을 이용한 개체수 맵핑 연구가 수행됨.
- 드론을 이용하여 17 m에서 달랑게 서식지 갯벌을 촬영하여 달랑게 서식굴 객체인식 자료를 구축하였으며 개체수 맵핑을 위한 갯벌 정사영상을 제작함 (해상도 0.04 cm).
- 획득된 달랑게 서식굴 학습자료 200장과 달랑게 서식굴이 아닌 다른 생물의 서식굴

학습자료 300장을 이용하여 Random Forest(RF) 알고리즘과 Convolutional Neural Network(CNN) 알고리즘을 이용하여 달랑계 개체수 맵핑을 수행함 (그림 2-2-15).

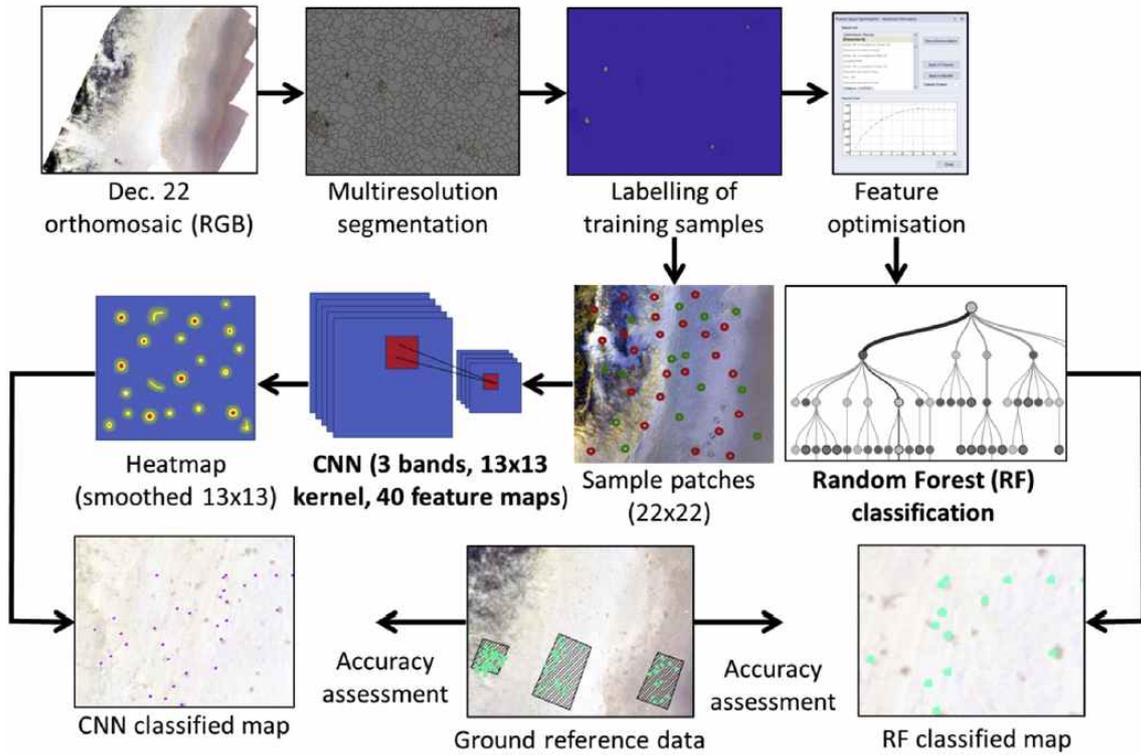


그림 2-2-15. 드론과 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 달랑계 서식굴 검출

- 드론과 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 달랑계 서식굴 검출 결과와 실제 서식굴 결과를 이용한 검출율 검증 결과 최대 약 84%의 높은 검출율을 나타냈으며 구름 및 날씨와 같은 기상환경에 따라 검출율의 변동이 있음을 확인하였음 (그림 2-2-16).

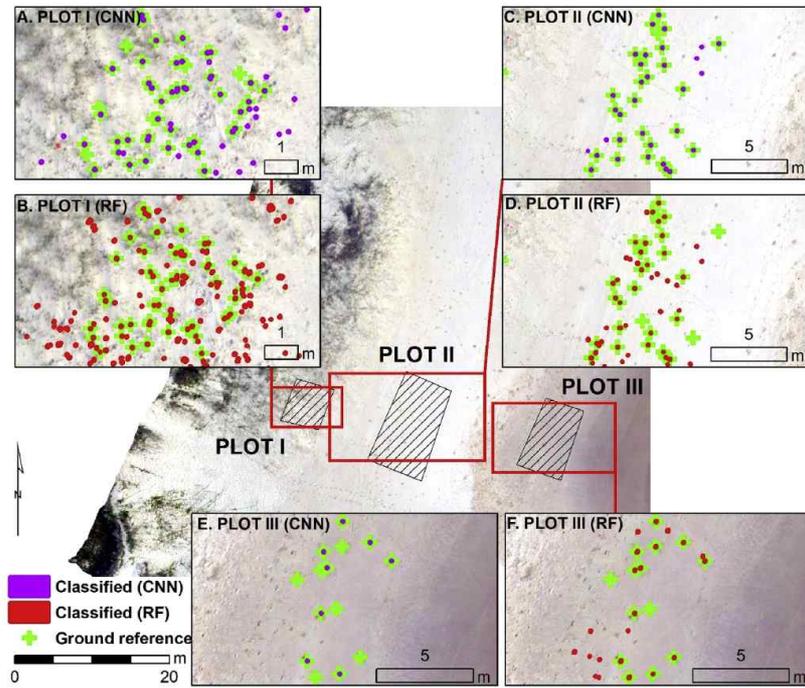


그림 2-2-16. RF, CNN 객체인식 알고리즘을 이용한 달랑계 서식굴 검출 결과

- 두 종류의 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 달랑계 서식굴 검출 결과 RF 알고리즘에 비해 CNN 알고리즘이 높은 학습 정확도를 나타냈으며 검출율 또한 CNN 알고리즘이 높은 것으로 나타났음 (그림 2-2-17).

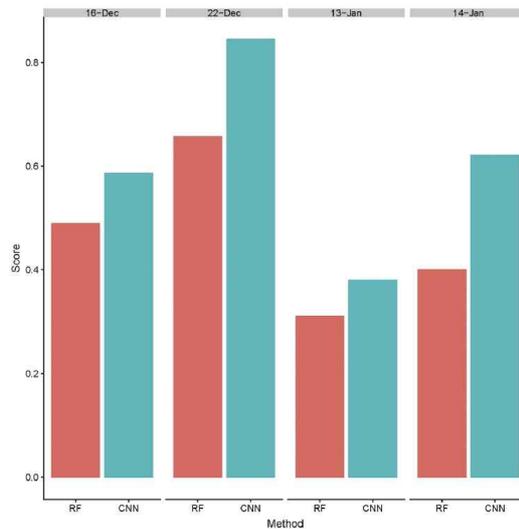


그림 2-2-17. RF와 CNN 객체인식 알고리즘의 검출율 비교 결과

- 본 연구는 무인항공기와 인공지능 객체인식을 이용해 갯벌 대형무척추동물인 달랑게의 서식굴 검출을 수행하고 이를 이용해 개체수 맵핑을 수행한 연구로써 의의를 가지며 본 기획과제에서 개발하고자 하는 기술과 가장 유사한 연구임.

○ 중국

- 무인항공기(드론)과 이미지 분석 프로그램(eCognition)을 이용한 레밍(*Eolagurus luteus*)의 서식굴 검출 및 이를 이용한 레밍의 개체수 맵핑 연구를 수행함 (그림 2-2-18).

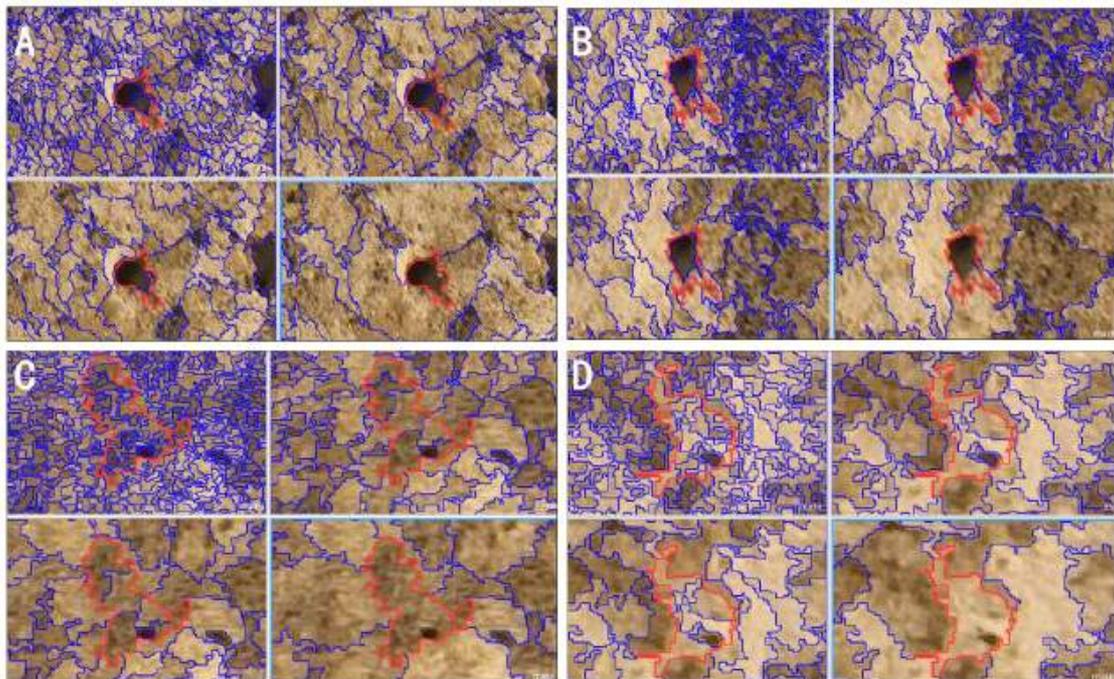


그림 2-2-18. 드론과 이미지 분석프로그램을 이용한 레밍 서식굴 검출

- 3 m, 6 m, 24 m와 30 m의 고도에서 드론 이미지를 촬영하였으며 해상도는 각각 0.125 cm, 0.25 cm, 1 cm와 1.25 cm였음.
- 드론과 이미지 분석 프로그램을 이용한 레밍의 서식굴 검출율은 드론 이미지의 촬영 고도에 따라 레밍 서식굴 검출 정확도가 다르게 나타남. 30 m와 24 m의 경우 약 84%. 6 m의 경우 약 83.3%로 유사한 검출 정확도를 나타냄. 특이하게 가장 낮은 고도인 3 m에서 촬영한 드론 이미지의 경우 약 11% 낮은 검출 정확도를 나타냈는데 이는 레밍의 서식굴과 잔디의 그림자의 형태가 유사해 이미지 분석 프로그램이 이를 명확히 구분해내지 못했고 이에 따라 검출 정확도가 낮게 나타남.
- 본 연구는 갯벌 생물이 아닌 육상 생물의 서식굴을 대상으로 하였고 인공지능을 활용하지 않은 한계점을 가지고 있음.

○ 일본

- 무인항공기(드론)과 인공지능 객체인식 알고리즘(YOLO V3)를 이용한 해양 쓰레기 및 수중 생물 검출 연구를 수행함 (그림 2-2-19).

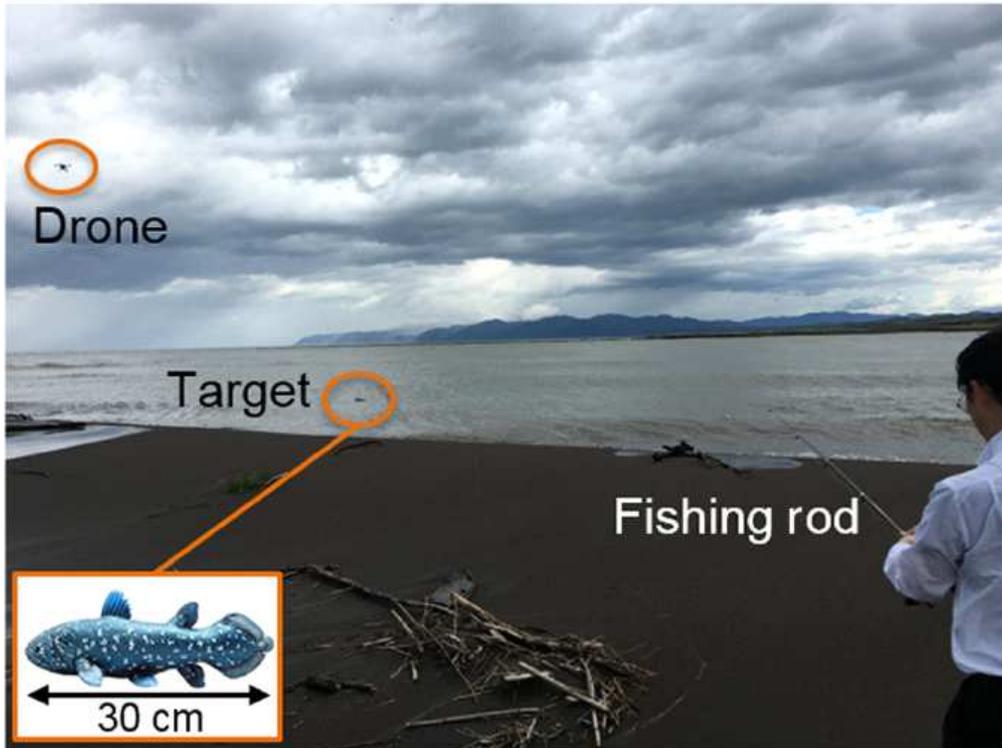


그림 2-2-19. 드론과 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 인공 어류 검출

- 본 연구는 드론 이미지와 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 수층 표면의 어류와 해양 쓰레기의 검출 가능성을 검토한 연구이며 드론 이미지와 YOLO V3 객체인식 알고리즘을 이용한 인공 어류 및 해양 쓰레기의 검출 정확도는 약 70%와 77%로 어류보다 해양 쓰레기의 검출 정확도가 높은 것으로 나타남.
- 본 연구는 드론 이미지와 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용해 수층 표면 어류의 객체인식을 수행한 연구이나 실제 어류를 대상으로 한 실험이 아닌 가능성을 테스트한 연구로써의 한계점을 가짐.

제 3 절 특허분석

1. 분석 목적

- 『무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보 구축 기술개발』 과제를 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축기술 및 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술의 두 가지 분야에 대한 특허동향분석을 실시함.
- 무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보 구축 기술개발에 대하여 특허동향을 분석함으로써, 우리나라의 기술 수준, 국가의 연구개발 동향을 파악하고, 본 연구개발과제 수행의 타당성에 대한 객관적인 정보를 제공하기 위함.

2. 분석 범위

- 한국, 미국, 일본 및 유럽 공개/등록특허를 분석 대상으로 각 기술트리에 부합하는 Law Data를 추출하였고, 「무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보 구축 기술」 개발의 필요성을 고려하여, 1998년 1월 이후 출원 공개된 유효특허를 분석대상으로 함

3. 분석 방법



그림 2-3-1. 특허 기술동향조사 분석 방법

○ 기술 분류 체계 수립

- 기관 또는 외부 기술자문위원의 자문을 받아 특허동향조사 사업목표에 합당한 기술 분류체계를 수립.

○ 기술 검색 식 작성

- 국내외 특허 기술동향을 충분히 파악할 수 있도록 충분한 기술 숙지를 통해 키워드를 기준으로 국문, 영문 검색식을 작성하고 기술자문의 검토를 통해 검색식의 정확성을 검증.

○ 특허데이터 조사

- 해당 기술분야에 대해 현재까지의 한국, 일본, 미국, 유럽, PCT 특허를 전문적으로 검색.

○ Feedback

- 특허자료 조사 및 검색이 분석을 위해 합당한지의 여부를 전문가와 함께 검토하고 필요하면 기술 분류를 수정하거나 키워드 추가 및 검색식을 수정하여 재작업을 실시함.

○ 노이즈 제거

- 검색한 자료 중 해당 기술과 매칭되지 않은 자료는 제거하고, 세부기술을 재배치하는 단계로서, IPC 분류와 UPC 분류 등의 지표를 활용하면서 기술 내용을 점검하고, 전문가의 다단계 검토를 거쳐 노이즈를 제거.

○ 정량분석

- 다양한 분석 기법을 적용하고 분석모델을 통한 특허 동향 분석을 실시하며, 도출된 세부 요소기술에 대해서는 더욱 상세한 특허분석을 실시함.
- 특허기술 Landscape에서는 조사대상국인 한국, 미국, 일본 및 유럽에서의 주요시장국 기술개발 활동현황, 구간별 출원인수와 출원 건수의 증감정도의 분석을 통한 기술시장 성장단계파악을 통해 국가 간 기술경쟁력 현황 분석 등을 통해 국가별 Landscape를 분석함.
- 또한, 상위 Top10의 다 출원인 도출을 통하여 주요 경쟁자 현황 및 IP로 본 주요시장국을 분석하고, 주요 경쟁자들의 기술력 및 주력 기술분야에 대한 파악을 통하여

경쟁자 Landscape를 분석함.

○ 주요특허분석

- 기업 연구원 또는 기술자문 위원이 주요특허를 선정하거나 또는 주요특허 선정 방법에 의해 선정 후 주요특허 분석을 실시함.

4. 분석 결과

○ 특허출원동향

- [조사대상국 전체] 「무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술」 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 조사대상기술과 관련된 특허들이 1980년대부터 등장하기 시작하였으며 2000년대 중반 이후 본격적인 특허출원 활동들이 나타나기 시작하였음. 이후 현재까지 지속적이고 급격한 출원 건수의 상승이 나타남.
- 주요 분석국인 한국, 미국, 일본, 유럽 등 모든 국가에서 지속적으로 관련기술의 출원이 증가하는 추세이며, PCT 출원 또한 증가하는 추세로 나타남. 특히 한국의 경우 출원 증가율이 높아 기술선도국과의 격차를 줄이기 위하여 관련분야의 연구개발이 활발하며, 관련특허 확보에 집중하고 있는 것으로 풀이됨.

○ 기술시장 성장단계

- 구체적으로 살펴보면, 1구간(1998년~2002년)부터 3구간(2008년~2012년)까지 출원 건수와 출원인 수가 계속 꾸준히 증가하다, 4구간(2013년~2017년)에서 출원 건수 및 출원인 수의 급격한 증가가 나타나고 있음. 포트폴리오로 나타난 특허의 기술위치는 성장기에 위치한 것으로 판단됨.

○ 출원인 현황

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야의 주요 다출원인 Top10을 추출한 결과, 중국의 SZ DJI TECHNOLOGY CO.,LTD가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 미국의 Amazon Technologies,Inc.와 International Business Machines Corporation, 프랑스의 PARROT DRONES 등이 이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남.
- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야에서는 다출원인 Top10 중 미국의 기업들이 상위에 대부분 랭크되어 있어 미국의 주요출원인들이 국제 시장에서의 연구개발을 주도하고 있는 것으로 분석됨.

○ 최근 구간 점유율 분석

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야 중에서 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술은 꾸준한 출원 경향을 나타내고 있는 반면, 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술의 경우 2008년~2012년 구간 이후 급격하게 출원 활동이 증가하는 경향을 보이고 있음. 특히 2013년~2017년 구간에서 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술의 출원 점유율이 압도적으로 높게 나타나고 있음.

5. 지식재산권 확보 가능성

- 제안기술은 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술로서, 무인항공기를 통해 갯벌 이미지를 획득하는 제1 단계, 획득한 갯벌이미지로부터 갯벌 생물 공간정보를 추출하는 제2 단계로 구성될 있음.
- 제1 단계와 관련하여 무인항공기 운용기술, 이미지 처리 기술이 참조 가능하며, 제2 단계와 관련하여 AI를 이용한 갯벌 생물 분포 추정기술, 인공지능 객체인식 알고리즘, AI 딥러닝을 통한 갯벌 생물 인공지능 객체인식 학습자료 구축 기술이 적용될 수 있음.
- 지식재산권 획득을 위해서는 종래의 기술과 차별화 가능한 기술적 특징을 확보하는 것이 필요함. (가령, 무인항공기 운용기술 관련하여 제안기술의 무인항공기는 갯벌 위를 비행하며 갯벌 이미지를 획득하는 것을 주요 기능으로 하는바, 종래의 무인항공기 운용 기술을 단순히 적용하였을 때 발생할 수 있는 문제점을 도출하고 그 해결책을 제안기술의 특징적 기술로 확보하는 것이 필요함. 해안가에서 운용한다는 운용 환경의 특성을 고려함)
- 앞서 소개한 주요 선행문헌의 기본적 구성을 참조하되, 차별화 가능한 지점을 고려하여 제안기술의 차별적 특징을 확보한다면, 다수의 지식재산권 발굴/확보가 가능할 것으로 판단함.

***특허 분석 세부 결과는 별첨 1 참조**

제 3 장 연구개발수행 내용

제 1 절 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 로드맵 구축

1. 기술 개요

○ 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개요

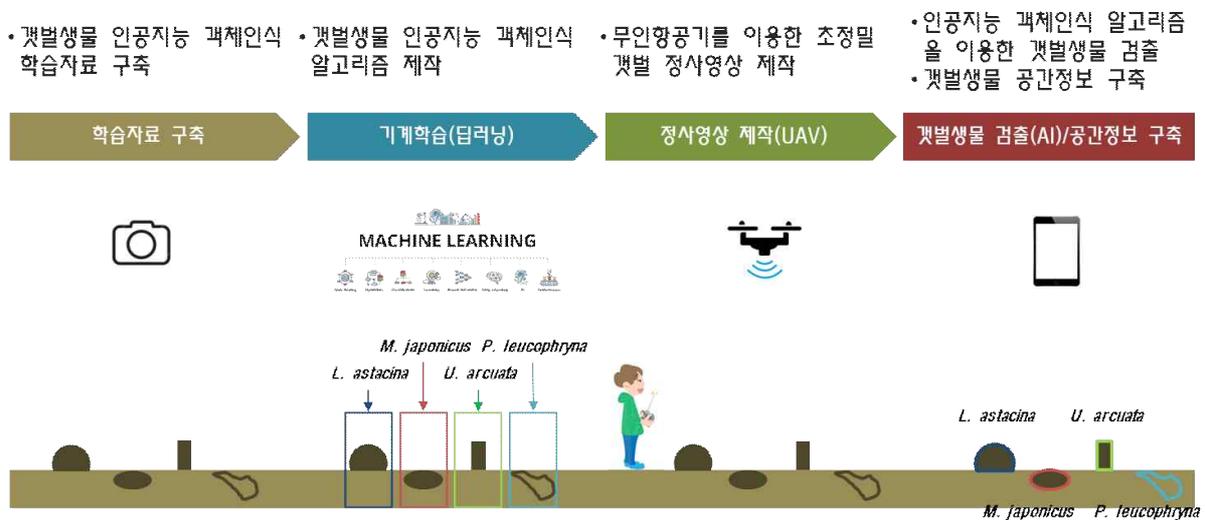


그림 3-1-1. 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개요

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술은 갯벌생물 인공지능 객체인식 학습자료 구축, 딥러닝을 이용한 학습자료 기계학습 및 객체인식 알고리즘 제작, 무인항공기를 이용한 초정밀 갯벌 정사영상 제작, 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 갯벌 정사영상의 대상 생물 검출 기술들로 이루어짐 (그림 3-1-1).
- 인공지능 객체인식 학습자료 구축 기술은 대상 생물의 서식굴 형태 특성 및 활동흔적(예:섭식흔적) 특성을 대상으로 종별 특성 및 환경요소를 고려하여 학습자료를 구축하는 기술임.
- 딥러닝을 이용한 기계학습은 구축된 갯벌 생물의 서식굴 및 활동흔적 학습자료를 객체인식 알고리즘에 학습시켜 객체 검출을 위한 기반 자료를 구축하는 기술임.
- 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술은 갯벌 생물의 서식굴 및 활동흔적 특징을 바탕으로 갯벌 정사영상에서 대상 생물을 검출하는 알고리즘을 제작하는 기술임.
- 무인항공기를 이용한 갯벌 정사영상 제작 기술은 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용하여 대상 갯벌 생물을 검출하기 위한 기반 기술로써 초정밀 갯벌 정사영상을 제

작하는 기술임.

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술은 위의 세부기술들로 구성되며 4차산업 핵심기술인 무인항공기를 이용한 원격탐사자료와 인공지능 기술을 융합하여 무인·원격화로 갯벌 생물의 공간정보를 구축하는 기술임.
- 본 개발기술의 활용을 통해 현재 현장관측, 인력중심, 점조사의 갯벌조사 한계점을 보완하여 정밀한 시·공간적 갯벌 생물 공간정보를 구축할 수 있음.

2. 인공지능 객체인식 학습자료 구축안 제시 및 시험 구축

○ 흰이빨참갯지렁이 인공지능 객체인식 학습자료 시험 구축

- 흰이빨참갯지렁이(*Periserrula leucophryna*)는 참갯지렁이 과에 속하는 길이가 2 m 까지 자라는 대형 갯지렁이임. 흰이빨참갯지렁이 서식굴의 입구는 작은 원형이며, 그 주변에는 굴을 파고 밀어낸 흙 뭉치가 높게 쌓여 있음. 퇴적물 표면에는 서식굴로 연결된 나뭇잎 모양의 흔적이 형성되어 있는데, 이것은 흰이빨참갯지렁이가 퇴적물 표면에 몸체를 내밀어 먹이활동을 한 흔적임 (그림 3-1-2).



그림 3-1-2. 흰이빨참갯지렁이 서식굴 입구와 섭식 흔적

- 흰이빨참갯지렁이는 해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률에 의해 해양보호생물로 지정된 갯지렁이임. 해양보호생물은 생존을 위협받거나 보호 가치가 높은 해양생물

- 들을 해양수산부령이 정하는 종임. 현재 해양보호생물로 지정되어 있는 종은 포유류 16종, 무척추동물 34종, 해조류 7종, 파충류 4종, 어류 5종, 조류 14종으로 총 80종임.
- 앞서 언급한 것처럼 흰이빨참갯지렁이는 해양보호생물로 지정된 종으로써 중요성을 가지며 서식굴 입구와 섭식 흔적이 뚜렷하기 때문에 본 연구에서 인공지능 객체인식 학습자료 구축 대상종으로 선정함.
 - 흰이빨참갯지렁이 서식굴 인공지능 객체인식 학습자료는 곰소만 갯벌에서 시범 구축함 (그림 3-1-3). 본 기획과제에서 구축하고자 하는 공간정보는 갯벌 생물의 개체수 정보임. 흰이빨참갯지렁이는 표층퇴적물식자로서 섭식활동 이외에는 갯벌 표층에 모습을 드러내지 않으므로 흰이빨참갯지렁이 개체를 직접적으로 확인할 수 없음. 따라서, 인공지능 객체인식을 통해 흰이빨참갯지렁이의 서식굴을 검출하여 개체수 정보를 구축하는 것을 목표로 함.
 - 하지만, 모든 서식굴에 흰이빨참갯지렁이 개체가 서식하는 것이 아니므로 자료의 정확성 확보를 위해 섭식흔적이 있는 서식굴을 대상으로 학습자료를 구축함. 섭식흔적 확인을 위해 간조 후 3시간이 지난 후 도보로 이동하여 육안으로 흰이빨참갯지렁이의 서식굴 및 섭식흔적을 확인한 후 DSLR 카메라를 이용해 서식굴 입구와 섭식 흔적을 촬영함. 흰이빨참갯지렁이의 서식굴 입구 형태는 비정형이기 때문에 다양한 학습자료 구축을 위해 서식굴 입구를 다양한 각도에서 촬영하여 약 500장의 학습자료를 구축함.

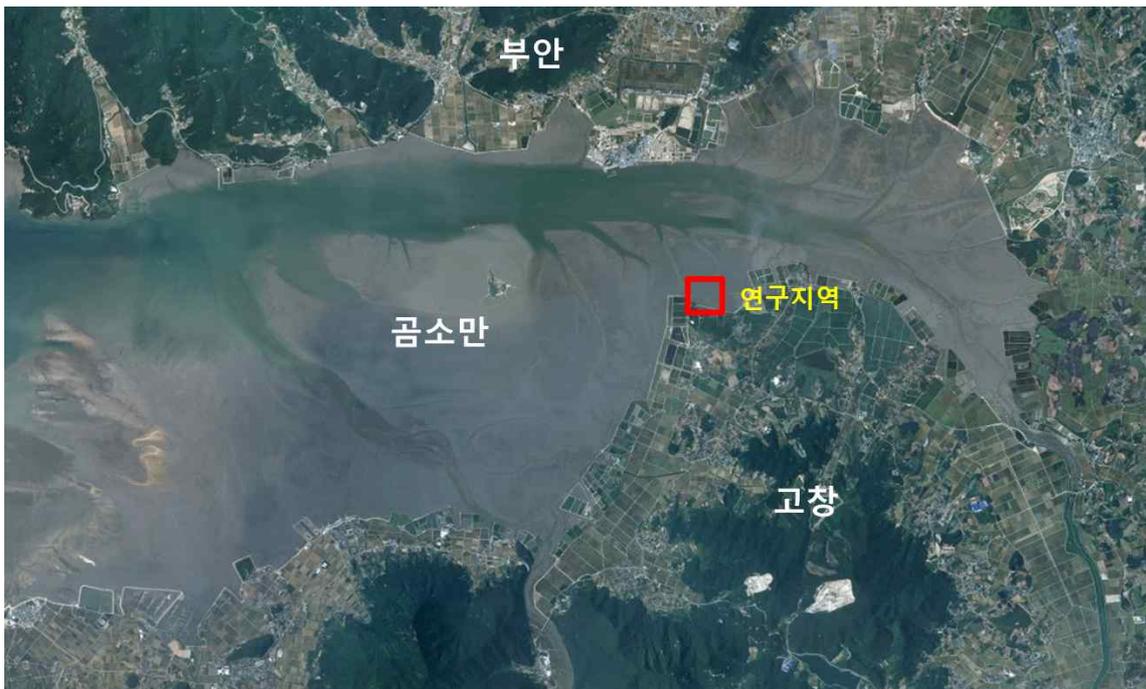


그림 3-1-3. 흰이빨참갯지렁이 인공지능 학습자료 구축 연구지역

- 인공지능 객체인식 알고리즘 적용을 위해 Matlab의 Image labeler를 이용해 흰이빨

참갯지렁이 서식굴 입구 및 섭식 흔적의 학습영역을 지정함 (그림 3-1-4). 다양한 각도에서 촬영한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 입구 및 섭식 흔적이 포함된 이미지를 Image labeler를 이용해 학습영역을 지정한 후 객체인식 알고리즘을 이용해 딥러닝 학습을 수행함.

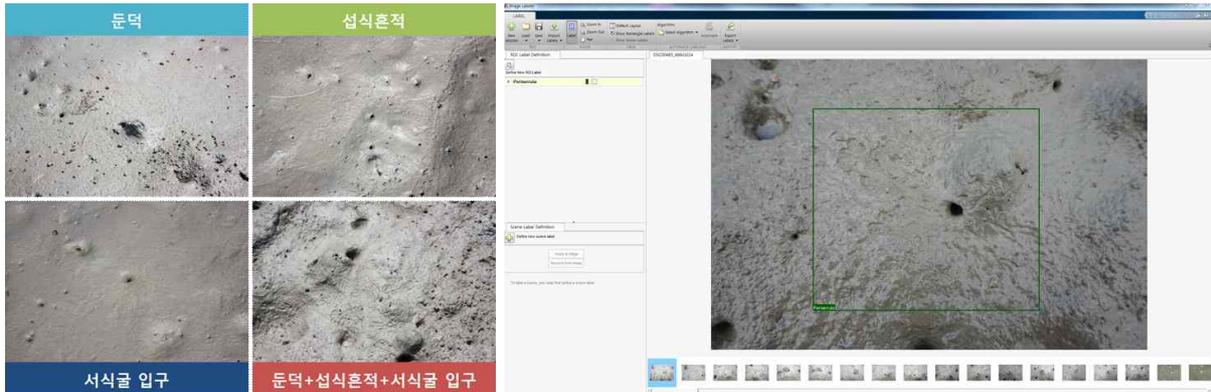


그림 3-1-4. Matlab을 이용한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 학습영역 지정

- 인공지능 객체인식 알고리즘(Region-based Convolutional Neural Networks, Faster R-CNN)을 이용해 424장의 흰이빨참갯지렁이 서식굴 학습자료를 학습시킨 결과 약 98%의 높은 훈련 정확도를 나타냄. 하지만, 107장의 검출용 서식굴 자료를 이용한 검출 결과 약 37%의 낮은 검출 정확도를 나타냄.
- 서식굴 학습영역 지정 과정에서 다른 생물의 서식굴이 포함되는 이유로 인해 검출 정확도가 낮게 나온 것으로 판단되어 500장의 촬영 이미지 중 다른 생물의 서식굴이 함께 포함된 이미지를 제외하고 흰이빨참갯지렁이의 서식굴과 섭식흔적만 포함되도록 학습영역을 새롭게 지정함.
- 학습영역을 새롭게 지정한 168장의 이미지를 이용한 학습결과 이전 결과와 마찬가지로 약 98%의 높은 훈련 정확도를 나타냄. 42장의 검출용 자료를 이용한 검출 결과 약 41%의 검출 정확도를 나타냄. 이전 검출 정확도에 비해 검출 정확도가 향상되었지만 여전히 검출 정확도가 낮은 문제점이 나타남. 이러한 낮은 검출 정확도의 향상을 위해 향후 추가적인 학습자료의 구축이 필요할 것으로 판단됨. 또한, Faster R-CNN 객체인식 알고리즘 이외의 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 학습 및 검출이 필요할 것으로 판단됨.
- 드론을 이용해 제작된 고품소만 갯벌 정사영상에서 흰이빨참갯지렁이 서식굴 검출을 위해 구축된 서식굴 학습자료와 객체인식 알고리즘을 이용해 서식굴 검출을 수행함. 갯벌 정사영상에서의 흰이빨참갯지렁이 서식굴 검출 결과 단일영상 검출율과 마찬가지로 약 41%의 검출 정확도를 나타냄.
- 갯벌 정사영상의 낮은 서식굴 검출 정확도 향상을 위해 정사영상에서 추출한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 영상을 학습자료로 사용하여 갯벌 정사영상에서 흰이빨참갯지렁이 서식굴 검출 결과 서식굴이 검출되지 않거나 다른 생물의 서식굴이 검출되는 등

의 문제점이 나타남.

- 이러한 문제점들은 갯벌 정사영상의 낮은 해상도로 인해 발생한 것으로 판단되어 7 m 이하의 드론 저고도 비행을 통해 높은 해상도(0.15 cm)의 갯벌 정사영상을 제작한 후 정사영상에서 추출한 흰이빨참갯지렁이의 서식굴 영상을 학습자료로 이용하여 검출을 수행함 (그림 3-1-5).

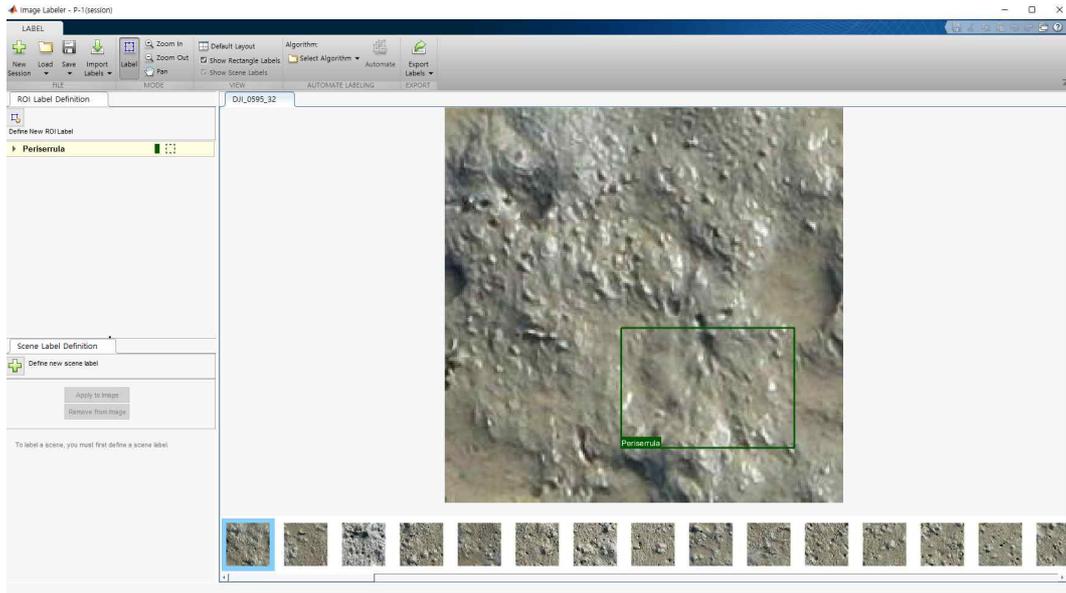


그림 3-1-5. 정사영상에서 추출한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 학습자료의 학습영역 지정

- 높은 해상도의 정사영상에서 추출하여 구축된 흰이빨참갯지렁이 서식굴 학습자료를 이용한 정사영상에서의 서식굴 검출 결과 이전 결과와 마찬가지로 서식굴 검출이 되지 않거나 부정확한 결과가 나타났음. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 향후 학습자료 구축시 학습자료 영상의 추가적인 가공 또는 Faster R-CNN 객체인식 알고리즘 이외의 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 학습 및 검출이 필요할 것으로 판단됨.
- 흰이빨참갯지렁이 서식굴 인공지능 객체인식 학습자료 구축 결과 학습 정확도는 약 98%로 높게 나타났으나 검출 정확도는 약 41%로 낮은 결과를 나타냈음 (표 3-1-1). 향후 낮은 검출 정확도를 향상시키기 위해 다양한 형태의 학습자료 구축 및 다양한 객체인식 알고리즘을 활용한 검출이 수행되어야 할 것으로 판단됨.

표 3-1-1. 흰이빨참갯지렁이 서식굴 객체인식 학습자료 구축 및 검출 정확도

| | 학습자료 수 | 검출자료 수 | 학습 정확도 (%) | 검출 정확도 (%) |
|------|--------|--------|------------|------------|
| 단일영상 | 424 | 107 | 98 | 37 |
| | 168 | 42 | 98 | 41 |
| 정사영상 | 168 | 42 | 98 | 41 |

○ 인공지능 객체인식 학습자료 구축안

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축의 가장 기초가 되는 것을 갯벌 생물의 객체인식 학습자료 구축임. 시험 구축 결과 갯벌 생물의 학습자료에 따라 객체인식의 검출율이 크게 달라지므로 학습자료 구축 시 다양한 변수들을 고려하여 학습자료를 구축해야 함. 학습자료 구축 시 고려해야 될 변수는 크게 구축대상종과 환경요소임.
- 갯벌 대형저서동물의 경우 종별로 서식굴 입구의 모양 및 형태가 다르고 생물활동 흔적(예:섭식흔적)이 다르므로 종별 특성을 고려하여 학습자료를 구축해야 함 (그림 3-1-6, 표 3-1-2). 갯벌 식물의 경우 대형저서동물과 다르게 서식굴을 형성하지 않으므로 학습자료를 구축하고자하는 대상 식물의 형태 특성을 고려하여 학습자료를 구축해야 함.



그림 3-1-6. 갯벌 대형저서동물의 서식굴 입구

표 3-1-2. 인공지능 객체인식 학습자료 구축 시 고려해야 될 갯벌 대형저서동물 종별 특징

| 대형저서동물 종 | 서식굴 입구 형태 특징 | 활동 흔적 특징 |
|--|--|----------------------------|
| 가재붙이 (<i>Laomedia astacina</i>) | 종 모양으로 솟아오른 둔덕 1개 | |
| 갈게 (<i>Helice tridens tientsinensis</i>) | 원형 혹은 타원형 입구 1개 | |
| 개불 (<i>Urechis unicinctus</i>) | 종지를 얹어 놓은 것과 유사 한 입구 1개 | 길쭉한 형태의 배설물 |
| 길게 (<i>Macrophthalmus dilatatus</i>) | 옆으로 긴 타원형의 입구 1 개 | |
| 농게 (<i>Uca arcuata</i>) | 암컷 : 1-2cm 높이의 울타리 수컷 : 둥근형태의 입구 1개 | |
| 달랑게 (<i>Ocypode stimpsoni</i>) | 원형 입구 1개 | 경단모양의 섭식 펠렛 |
| 도둑게 (<i>Sesarma haematocheir</i>) | 타원형 입구 1개 | |
| 두토막눈썹참갯지렁이 (<i>Perinereis aibuhitensis</i>) | 원형 입구 1개 또는 2개 | 타원형의 섭식 펠렛 |
| 말뚝게 (<i>Sesarma dehaani</i>) | 원형 입구 1개 | |
| 방게 (<i>Helice tridens tridens</i>) | 둥근 형태의 입구 2개 | 간혹 굴을 만들면서 파 올려진 흙뭉치 존재 |
| 세스랑게 (<i>Cleistostoma dilatatum</i>) | 월뿔 모양의 구조물 | |
| 썩 (<i>Upogebia major</i>) | 둥근 형태의 입구 2개 | |
| 엽낭게 (<i>Scopimera globosa</i>) | 원형 입구 1개 | 콩알 모양의 섭식 펠렛 |
| 칠게 (<i>Macrophthalmus japonicus</i>) | 타원형의 입구 1개 또는 2개 | 타원형의 섭식 펠렛 |
| 펄털콩게 (<i>Ilyoplax pingi</i>) | 원형 입구 1개 | 콩알 모양의 섭식 펠렛 |
| 흰발농게 (<i>Uca lactea lactea</i>) | 울타리 모양의 흙 뭉치가 있 거나 없음, 원형 입구 1개 | 콩알 모양의 섭식 펠렛 |
| 흰이빨참갯지렁이 (<i>Periserrula leucophryna</i>) | 울타리 모양의 흙 뭉치가 있 거나 없음, 원형 입구 1개 | 나뭇잎 모양 섭식 흔적 |

- 갯벌 생물의 인공지능 객체인식 학습자료 구축 시 고려해야 될 주요환경요소는 계절, 잔존수 유무, 서식지역의 노출시간 등이 있음. 갯벌 대형저서동물의 경우 이러한 환경요소들에 의해 서식굴 형태 및 활동흔적이 달라지므로 환경요인에 따른 대상종별 서식굴 형태 및 활동흔적 변화를 고려하여 학습자료를 구축해야 함.
- 무인항공기와 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 달랑게 서식굴 검출 및 이를 활용한 달랑게 개체수 맵핑 연구에 따르면 드론 영상에서 추출한 달랑게 서식굴 학습자료를 갯벌 정사영상 검출 결과 약 84%의 높은 검출 정확도를 보였음 (Bycroft et al., 2019). 달랑게 서식굴 객체인식 학습에 사용된 서식굴 학습자료는 총 500장으로 달랑게 서식굴 자료 200장과 달랑게 서식굴이 아닌 다른 생물의 서식굴 자료 300장을 학습자료로 사용하였음. 위 연구결과는 대상종 서식굴과 함께 대상종이 아닌 다른 생물의 서식굴 학습자료가 인공지능 객체인식의 검출 정확도를 향상시키는 중요한 요소임을 나타냄.
- 최근 연구결과와 시험 구축 결과를 바탕으로 갯벌 대형저서동물의 객체인식 학습자료 구축 요구 조건은 다음과 같음 (표 3-1-3).

표 3-1-3. 갯벌 생물 인공지능 학습자료 구축 요구 조건

| 요소 | 학습자료 구축 요구 조건 |
|---------------|--|
| 학습자료 수 | 최소 500장 이상 |
| 학습자료 형태 | 대상종별 서식굴 입구 형태, 활동흔적, 비대상종 서식굴/활동흔적 |
| 학습자료 구축 시기/시간 | 사리/간조 후 |
| 환경요소 | 계절, 잔존수 유무, 서식지 노출시간에 따른 대상종별 서식굴 입구 형태, 활동흔적 변화 |

- 갯벌 생물의 인공지능 학습자료 구축시 종별 고려사항은 식물의 경우 전체적인 식물의 형태, 잎의 형태, 특이성(잎, 줄기, 꽃 등)이 있으며 대형저서동물의 경우 서식굴 형태, 섭식 흔적, 이동 흔적이 있음. 또한, 학습자료 구축시 고려해야 할 환경요소는 계절, 퇴적상, 잔존수, 노출시간이 있음 (표 3-1-4).
- 갯벌 생물 특성과 환경요소를 고려한 인공지능 객체인식 학습자료 구축안은 표 3-1-4과 같음.
- 갯벌 식물의 경우 학습자료 구축시 계절(겨울)만 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단되었음.
- 하지만, 대형무척추동물의 경우 퇴적상을 제외한 계절, 잔존수, 노출시간 등의 변화에 따라 각기 다른 학습자료를 구축해야 하는 것으로 판단됨. 추후 갯벌 생물 특성 및 환경요소의 고려사항에 대한 추가적인 분석이 필요할 것으로 판단됨.

표 3-1-4. 갯벌 생물 특성과 환경요소를 고려한 인공지능 객체인식 학습자료 구축안

| | | | 갯벌 생물 | |
|----------|----------|----------|--|--|
| | | | 갯벌 식물 | 갯벌 대형저서동물 |
| 환경 요소 | 계절 | 봄 | <ul style="list-style-type: none"> - 식물의 형태 - 잎의 형태 - 잎, 줄기, 꽃의 특이성 | <ul style="list-style-type: none"> - 서식굴 형태 - 섭식 흔적 - 이동 흔적 |
| | | 여름 | | |
| | | 가을 | | |
| | | 겨울 | - 식물의 형태 (잎, 꽃이 없어 자료 구축 어려움) | - 서식굴 형태 (겨울에 활동이 감소하거나 없어 활동흔적 자료 구축 어려움) |
| | 퇴적상 | 모래 | - 식물의 형태 | <ul style="list-style-type: none"> - 서식굴 형태 - 섭식 흔적 - 이동 흔적 |
| | | 펄 | - 잎의 형태 | |
| | | 혼합 | - 잎, 줄기, 꽃의 특이성 | |
| | 잔존수 | 유 | <ul style="list-style-type: none"> - 식물의 형태 - 잎의 형태 - 잎, 줄기, 꽃의 특이성 | - 서식굴 형태 (잔존수에 의해 활동흔적 자료 구축 어려움) |
| | | 무 | | <ul style="list-style-type: none"> - 서식굴 형태 - 섭식 흔적 - 이동 흔적 |
| | 노출 시간 | 긴 시간 | <ul style="list-style-type: none"> - 식물의 형태 - 잎의 형태 - 잎, 줄기, 꽃의 특이성 | <ul style="list-style-type: none"> - 서식굴 형태 - 섭식 흔적 - 이동 흔적 |
| | | 짧은 시간 | | - 서식굴 형태 (활동시간이 짧아 자료 활동흔적 자료 구축 어려움) |

3. 무인항공기를 이용한 다중 꺾별 영상 제작 기술 수준/요건 검토 및 영상 시험 제작

○ 무인항공기 종류별 기술 수준

- 현재 운용 가능한 UAV는 크게 회전익과 고정익으로 나뉘며, 회전익 UAV는 크기에 따라 소형, 중형, 대형으로 구분됨 (표 3-1-5).

표 3-1-5. 무인항공기 플랫폼별 제원 비교

| 종류 | 회전익 UAV | | | 고정익 UAV |
|----------------|---|-----------------------|-------------------------------|--|
| | 소형 | 중형 | 대형 | |
| 총 중량 | 약 1 kg | 약 9 kg | 약 40 kg | 약 3 kg |
| 길이 | 0.30 m | 0.90 m | 2.70 m | 2.00 m(날개 폭) |
| 비행시간 (최대) | 25 분 | 13 분 | 40 분 | 120 분 |
| 비행속도 | 10 ~ 15 m/s | 10 ~ 13 m/s | 5 ~ 10 m/s | 15 ~ 20 m/s |
| 적재중량 | 0.1 kg | 2.5 kg | 15 kg | 2 kg |
| 장점 | 휴대성 및 이동성 | 수직 이착륙 및 센서 선택 가능 | 높은 적재중량 | 장기 비행 |
| 저고도 비행에 대한 안정성 | 고도 10 m 이상에서는 안정적으로 자동비행 가능/10 m 미만은 수동 비행 필요 | 비행 안정성 향상을 위해 개선이 필요함 | 저고도 비행 시 GPS 신호 불안정으로 위험요인이 큼 | 빠른 비행속도로 인해 저고도 비행시 정확한 꺾별 표층 영상 획득이 어려움 |

- 소형 회전익 UAV는 휴대가 용이하고, 비교적 빠른 속도로 비행이 가능하며, 좁은 영역을 대상으로 안정적인 관측을 수행할 수 있으나, 기 탑재된 센서를 교체할 수 없는 단점이 있음.
- 중형 회전익 UAV는 탑재센서를 교환 가능하며, 직하방향을 안정적으로 촬영할 수 있지만, 저고도 비행을 위해서는 비행 안정성의 개선이 필요함.
- 대형 회전익 UAV는 헬기와 유사한 특성을 보이며, 여러 개의 센서를 동시에 장착가능하지만, 저고도 비행 시 GPS 신호의 불안정적으로 위험요인이 큼.
- 고정익 UAV는 넓은 면적을 장시간동안 관측하는데 장점이 있지만, 광학센서만 탑재

- 가능하며, 저고도 비행기 갯벌 표층의 정확한 영상을 획득하는데 어려움이 있음.
- UAV에 탑재 가능한 센서는 광학카메라, 다분광 센서, 열적외선 센서, 초분광센서 등이 있으며, UAV 별로 탑재가능한 센서는 한정되어 있음 (표 3-1-6).
 - 소형 회전익 UAV는 표 4의 센서 중 광학카메라와 유사하지만 성능이 다소 제한된 광학카메라가 탑재되어있음.

표 3-1-6. 탑재센서 제원 비교

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|--|---|
| 센서 사진 |  |  |  |  |
| 센서 명 | Rededge (다분광) | FLIR Vue Pro (열적외선) | Micro CASI (초분광) | Canon 6D (광학카메라) |
| 시야각(FoV, 단위: 도) | 47.1 | 69 | 50.7 | 73.4 |
| 커버리지 (250 m 고도 기준, 단위: m) | 260 x 196 | 412 x 319 | 284 x 284 | 447 x 298 |
| 공간해상도 (250 m 고도 기준, 단위: m) | 0.20 m | 0.64 m | 0.44 m | 0.08 m |
| 분광해상도 (Bands) | 5 | 1 | 270 | 3 |
| 탑재 가능 UAV 종류 | 회전익(중형) | 회전익(중형, 대형) | 회전익(대형) | 회전익(중형, 대형), 고정익 |

- 다분광 센서의 일종인 Rededge 센서는 Red, Blue, Green 밴드 외에 Rededge(적외선과 Red 의 중간) 밴드를 가져 식생 등의 분포를 파악할 수 있음.
- FLIR Vue Pro 등의 열적외선 센서는 대상의 색상 등은 파악하기 어렵지만 갯벌 표층의 특성을 파악하는데 도움을 줄 수 있음.
- Micro CASI로 대표되는 초분광 센서는 갯벌의 다양한 분광특성을 분석하여 갯벌 표층의 엽록소 농도, 퇴적물의 입도 등의 요소를 광학적으로 분류하는데 특화되어있음.
- 광학카메라는 분광특성을 확인할 수는 없지만, 고해상도 및 넓은 커버리지를 활용하여 지형을 분석하는데 특화되어 있음.
- UAV 종류별 성능 및 장점과 센서의 성능을 고려하여, 소형 UAV를 활용한 갯벌 표층 관측을 우선적으로 수행하기로 결정함.

○ 무인항공기를 활용한 지형도 제작 기술

- 무인항공기를 활용하여 연구지역의 DEM을 만들기 위해서는 연구지역에 대한 수준점 측량, 기준점 측량, 무인항공 측량 과정이 필요함 (그림 3-1-7).
- 수준점은 국토지리정보원에서 제공하는 국가수준점을 이용함.
- 지상기준점(Ground control point, GCP)은 무인항공기 영상에서 관측할 수 있는 충분한 크기의 갯벌과 대비되는 색상을 지닌 종이 혹은 천을 사용함.
- 무인항공 측량은 연구지역의 면적 및 원하는 해상도에 따라 고도, 비행속도 등의 비행환경을 설계하도록 함.

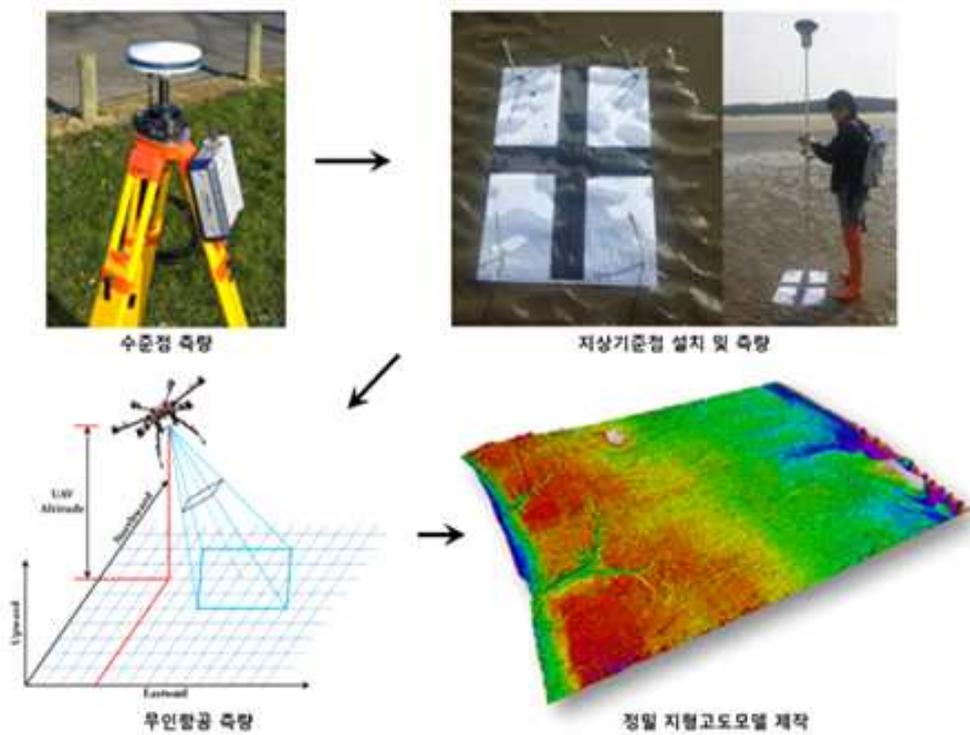


그림 3-1-7. 무인항공기 기반 정밀지형도 제작과정

- 무인항공기를 이용해 촬영된 영상은 연구지역을 수백 장으로 나누어 촬영한 개별 영상이며, 정사영상 및 DEM 제작을 위해서는 상용 소프트웨어 등을 활용한 영상의 접합이 필요함.
- 본 연구에서는 SIFT 알고리즘과 항공삼각측량법에 기반한 방법을 사용하여 영상을 접합하였음 (그림 3-1-8).
- 개별 영상을 무인항공기나 카메라에 탑재된 GPS의 위치정보에 따라 배열 후 지상기준점을 입력함.
- 영상으로부터 극점을 추출함 (그림 3-1-9).
- 추출된 극점을 확대하여 덴스 포인트 클라우드를 생성함.

- 덴스 포인트 클라우드에 지상기준점의 좌표정보를 입력하여 정사영상 및 DEM을 생성함.
- 본 연구에서는 영상접합을 위하여 Photoscan 영상처리 상용 소프트웨어를 사용하였음.

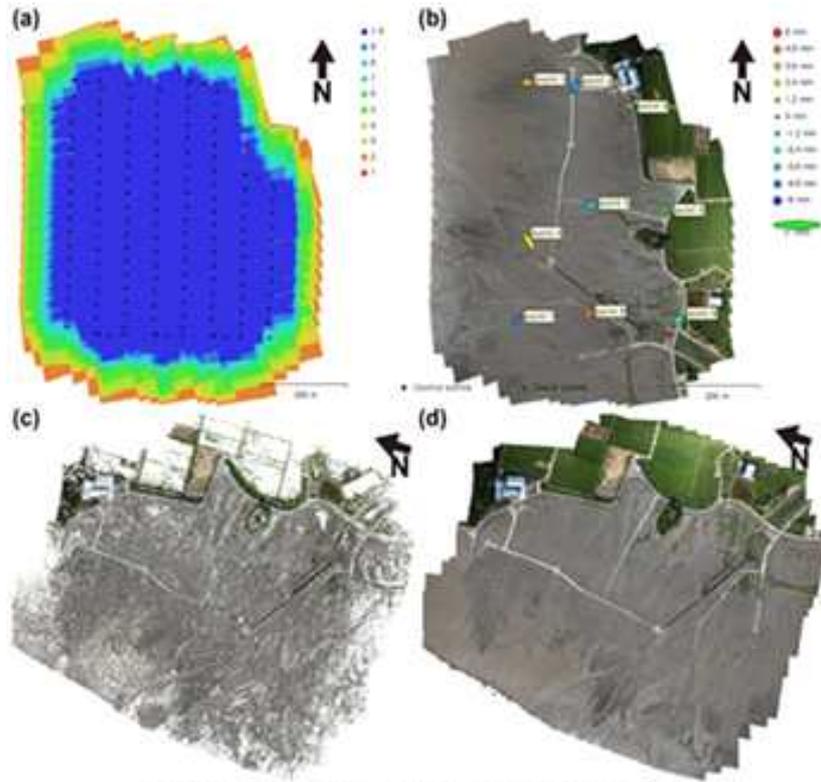


그림 3-1-8. 상용소프트웨어를 활용한 개별 영상의 접합(a: 영상 정렬, b: 지상기준점 정렬, c: 포인트 클라우드 및 덴스 클라우드 맵 생성, d: 정사영상 및 DEM 제작)

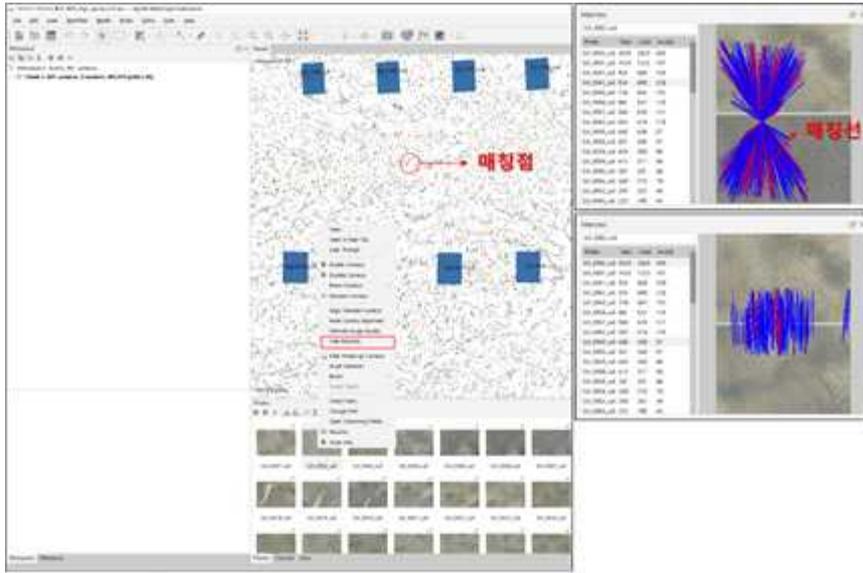


그림 3-1-9. Photoscan을 활용한 극점 확보 및 포인트 클라우드 생성 과정

○ 무인항공기를 활용한 지형도 제작 수준

- 전라남도 영광 일대 갯벌 지형도 (그림 3-1-10).

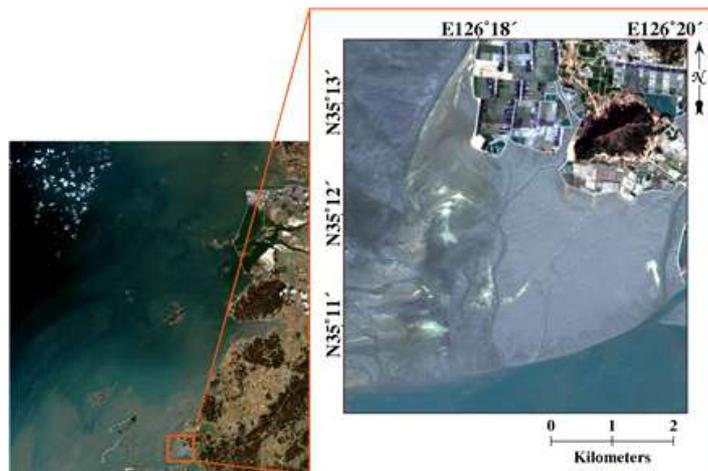


그림 3-1-10. 갯벌 지형도 제작 연구 지역

- Mavic 2 Pro 소형 무인항공기를 활용하여 관측 수행함. 비행고도는 200 m 로 설정 하였으며, 2회 비행으로 약 1.2 km × 0.8 km 범위의 정사영상 및 DEM을 제작하였 음.
- 연구지역 내에 총 9 개의 GCP를 설정하여 DEM 생성의 입력자료로 사용함. 정사영

상은 0.05 m, DEM은 0.1 m 의 공간해상도를 가짐 (그림 3-1-11).

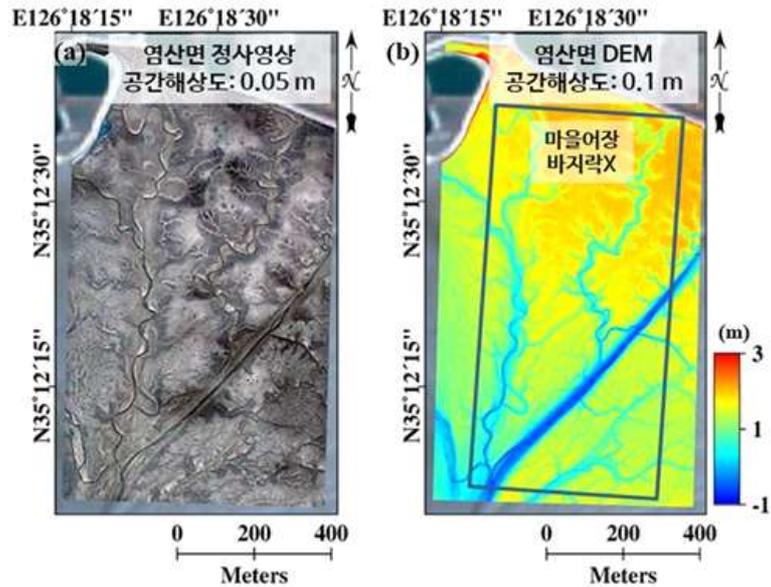


그림 3-1-11. 정사영상과 DEM

- 정사영상 및 DEM은 연구지역 내의 조류로 들을 잘 표현하고 있음.
- 특히 폭 0.3 m 내외의 소조류로의 가지들까지 표현하여 추후 생물상과 관련된 조류로의 분포를 연구하는데 도움을 줄 것으로 기대됨.
- 연구지역은 조간대 상부에서 중부를 포함하며, 표고는 2 ~ -1 m 범위에 분포함 (그림 3-1-12).
- 현장조사를 통해 염생식물의 존재를 확인하였으며, 정사영상에서 어둡게 표현되는 부분들이 염생식물의 분포를 나타냄을 알 수 있었음 (그림 3-1-12).
- 염생식물 군락 외에 잔존수 patch 확인 가능함.



그림 3-1-12. 정사영상을 통해 확인한 소지형 및 식생분포

- 조류로 분포를 수치화(digitizing)하여 조류로 관련 주제도를 제작하였음 (그림 3-1-13).
- 조류로 밀도도는 단위 면적 내에 조류로가 몇 m 나 분포하는지를 나타낸 주제도이고, 조류로 거리도는 조류로부터 각 픽셀이 몇 m 나 떨어져 있는지를 나타낸 주제도임.
- 기존 위성영상 기반 DEM을 통해 획득한 조류로 밀도도의 경우 0.005 m/m^2 내외의 분포를 보이는 반면 본 연구에서는 0.05 m/m^2 내외의 분포를 보임.
- 이는 위성영상 기반 연구에서 확인하지 못한 소조류로 등의 영향인 것으로 추정되며, 조류로 거리도 또한 연구지역 내의 대부분의 지역에서 20 m 거리 내에 조류로가 분포하고 있음을 확인함.

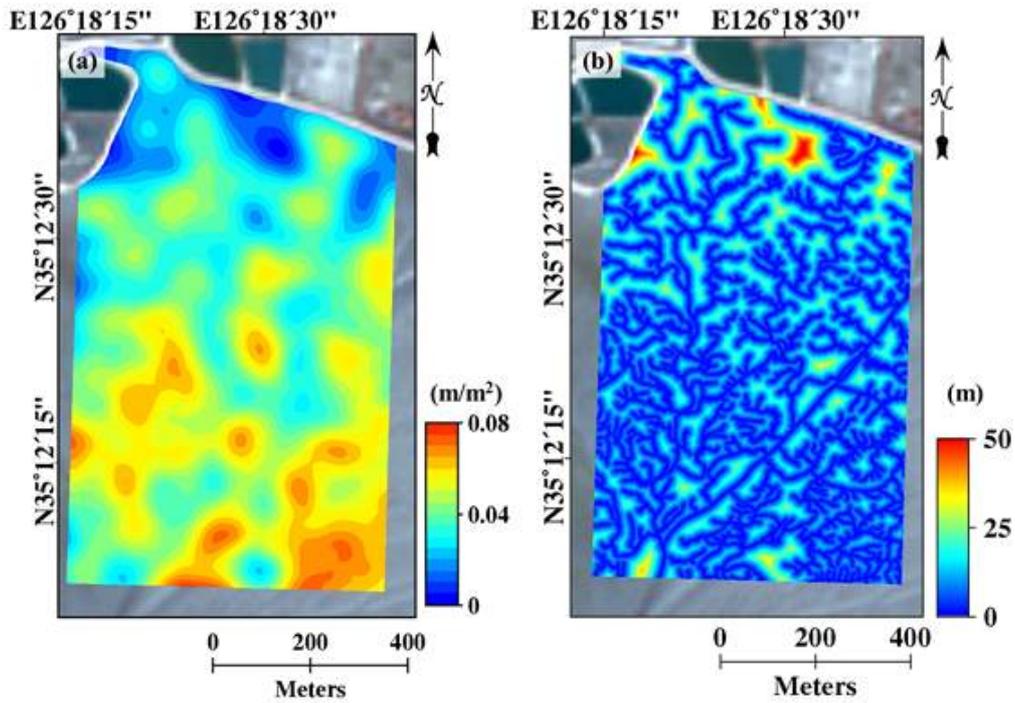


그림 3-1-13. 조류로 밀도도(a) 및 거리도(b)

- 충청남도 보령 일대 갯벌 지형도 (그림 3-1-14). 보령지역은 바지락 종패 양식장으로 널리 알려져 있으며, 이 밖의 다양한 저서생물이 분포하여 서식굴이 높은 밀도로 존재함.

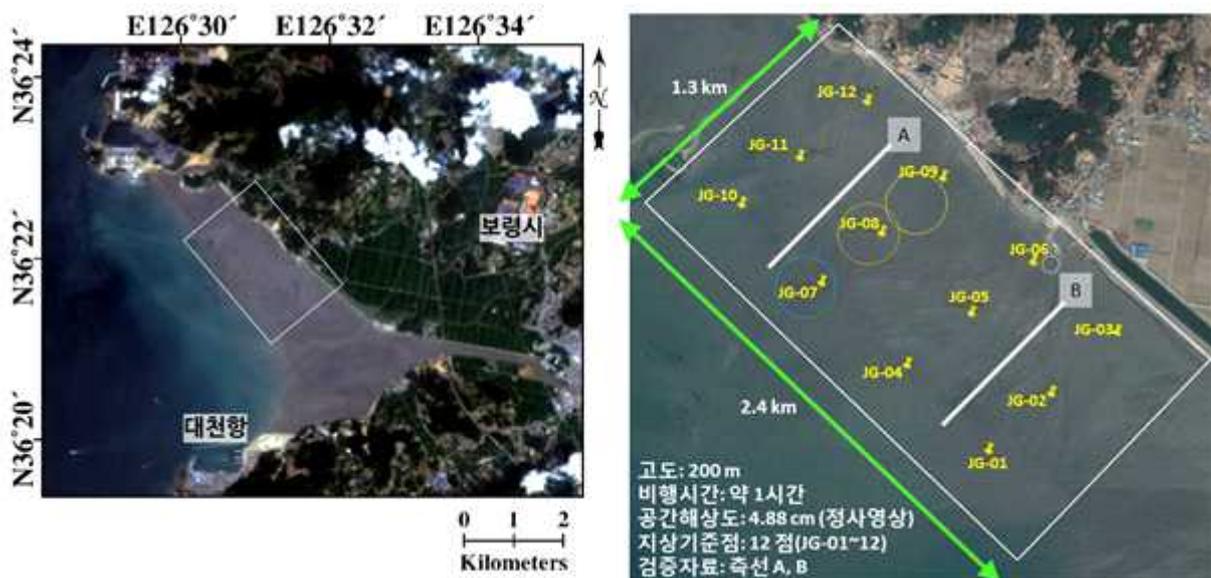


그림 3-1-14. 연구지역 및 비행환경

- Mavic 2 Pro 소형 무인항공기를 활용하였으며, 비행고도는 200 m 로 설정하였음.
- 약 1시간 동안 5번의 비행을 통해 연구지역 전체를 촬영하였음.
- GCP는 총 12개를 사용하였으며, A, B 두 개의 검증 측선을 측량하였음.
- 주교 지역의 표고는 0 ~ 3 m 내에 분포하며 비교적 완만한 경사를 이루고 있음 (그림 3-1-15).
- 정사영상을 통해 갯골은 확인할 수 있으나, 조류가 흐르는 조류로는 그 빈도가 적어 정사영상 내에서 정확히 파악되지 않음.
- 현장조사 시 조간대 전체에 걸쳐 다양한 서식굴이 존재하는 것으로 관측하였지만, 정사영상에서 확인하지 못함.
- 정사영상의 해상도는 0.05 m 로 서식굴의 크기가 그보다 작기 때문에 확인되지 않는 것으로 판단됨.

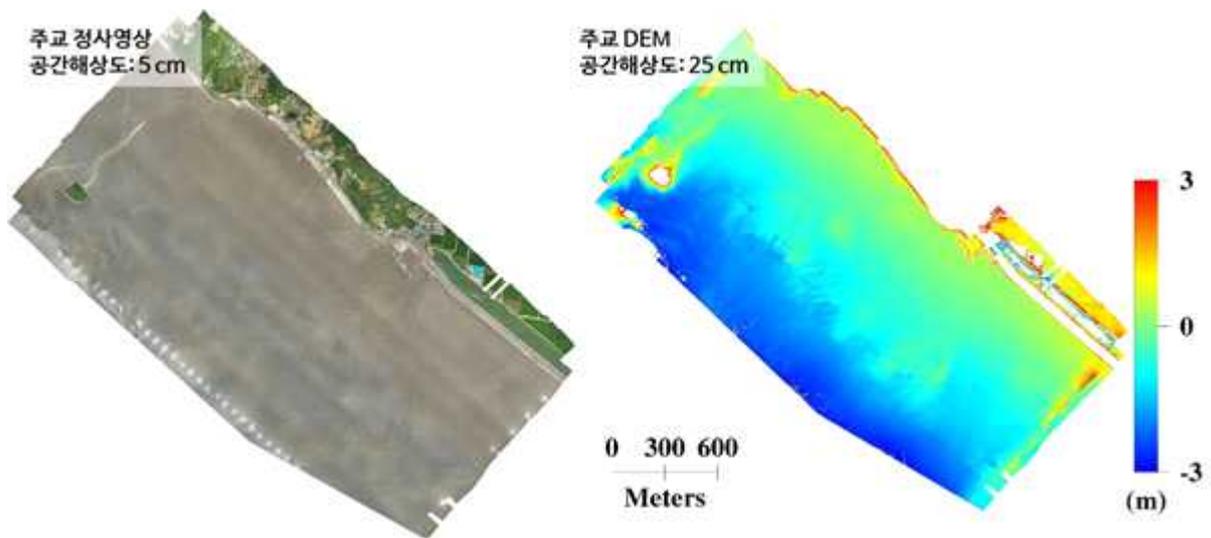


그림 3-1-15. 정사영상 및 DEM

- 충청남도 태안군 갯벌 지형도 (그림 3-1-16). 위 지역은 갯벌을 좌/우로 나누어 좌측에는 굴이 우측에는 바지락이 우점하며, 다양한 퇴적상이 분포함.
- 갯벌 표층에 굴군락 patch(Oyster patch)가 존재하여 인공위성 영상에서도 관측됨.



그림 3-1-16. 갯벌 지형도 제작 연구 지역

- 연구지역의 총 넓이는 1.81 km² 로 Mavic 2 Pro 소형 회전익 UAV를 사용하였음.
- 비행은 4번에 걸쳐 수행되었으며 비행고도는 185 m, 정사영상의 공간해상도는 약 0.04 m 로, DEM의 공간해상도는 약 0.06 m 로 계산되었음.
- 지상기준점은 연구지역 전체에 일정한 간격으로 9 개를 설정하였음 (그림 3-1-17).
- 자체평가된 3D 오차는 약 0.05 m 로 나타남.

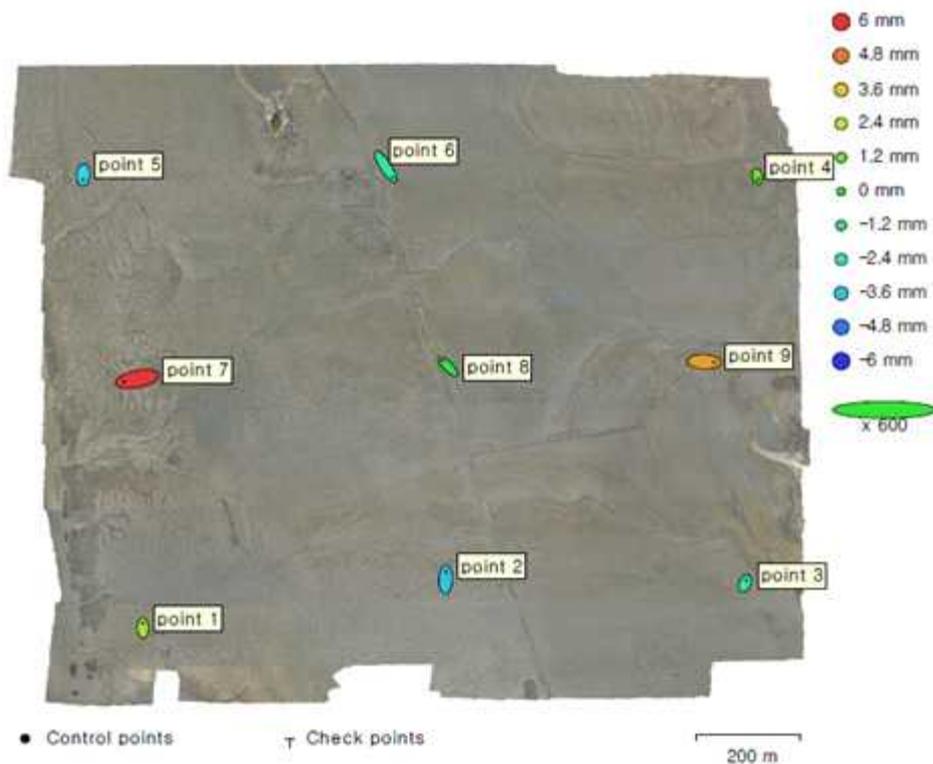


그림 3-1-17. 상기준점과 각 지상기준점에서의 표고 오차 기대값

- 정사영상 상에서 중심부의 차량 통행로를 기준으로 좌측과 우측에서 서로 다른 특징을 보임 (그림 3-1-7).
- 좌측 갯벌에는 복잡하고 구불구불한 조류로가 다량 존재하며, 굴 군락 patch를 관측할 수 있음.
- 우측 갯벌은 좌측 갯벌에 비해 조류로의 밀도가 낮지만 길고 유선형의 조류로가 분포함.
- 연구지역의 표고는 2 ~ -3 m 내에 분포하며, 표고가 가장 높은 지역은 좌측 갯벌에 위치함 (그림 3-1-18).
- 조류로의 높은 밀도와 지형의 굴곡으로 인하여, 포인트 클라우드가 생성이 잘되어 다른 지역에 비해 고해상도의 DEM을 획득 가능하였음.

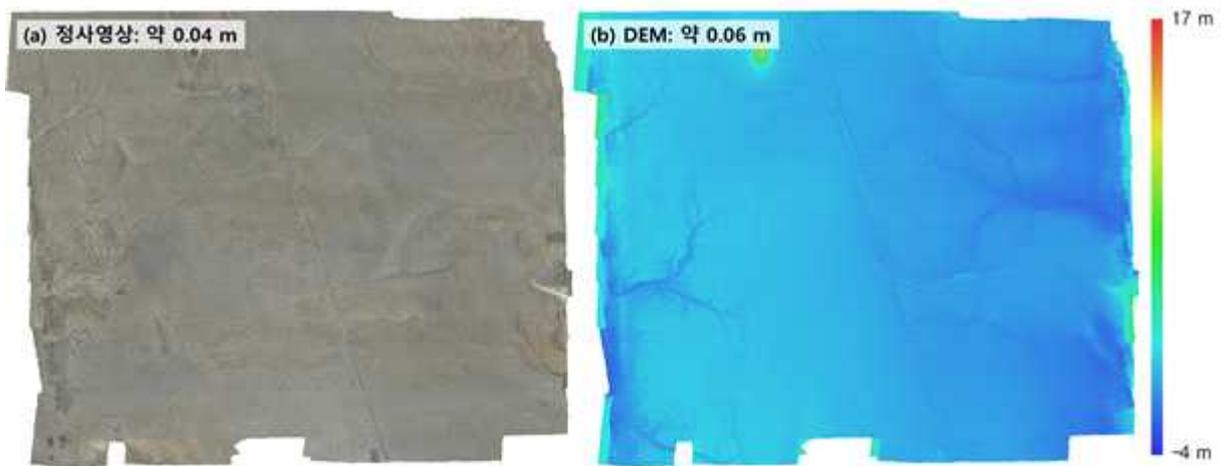


그림 3-1-18. 정사영상 및 DEM

○ 무인항공기를 이용한 갯벌 다중 영상 제작 기술 수준/요건 검토

- 현재 서식굴을 감지할 수 있는 저고도 비행이 가능한 기체는 중/소형 회전익 무인항공기임.
- 소형 무인항공기는 고도 10 m 내외의 고도에서 0.01 m 미만의 공간해상도로 정사영상의 생성이 가능하지만, 비행시간 및 정확도 측면에서 추가적인 발전이 필요함.
- 연구지역의 넓이, 비행고도, 비행시간 등을 고려하였을 때, 현재 정확한 위치 및 표고정보를 갖는 DEM의 최대 공간해상도는 약 0.05 m 수준으로 제한됨.
- 비행시간을 증가시키고, 저고도에서 자동비행이 가능하게 하는 기술이 필요할 것으로 판단됨.
- 소형 회전익 무인항공기는 저고도에서 수동/자동 비행이 자유롭고, 높은 공간해상도를 보이지만, 광학영상만 촬영 가능함.
- 다분광이나 초분광, 열영상 센서와 같은 다양한 센서를 탑재하여 서식굴을 관측할 수 있는 기술이 요구됨.

○ 무인항공기를 이용한 고해상도 갯벌 영상 시험 제작

- 고해상도 갯벌 영상은 곰소만 일대 갯벌에서 시험 제작함 (그림 3-1-19).

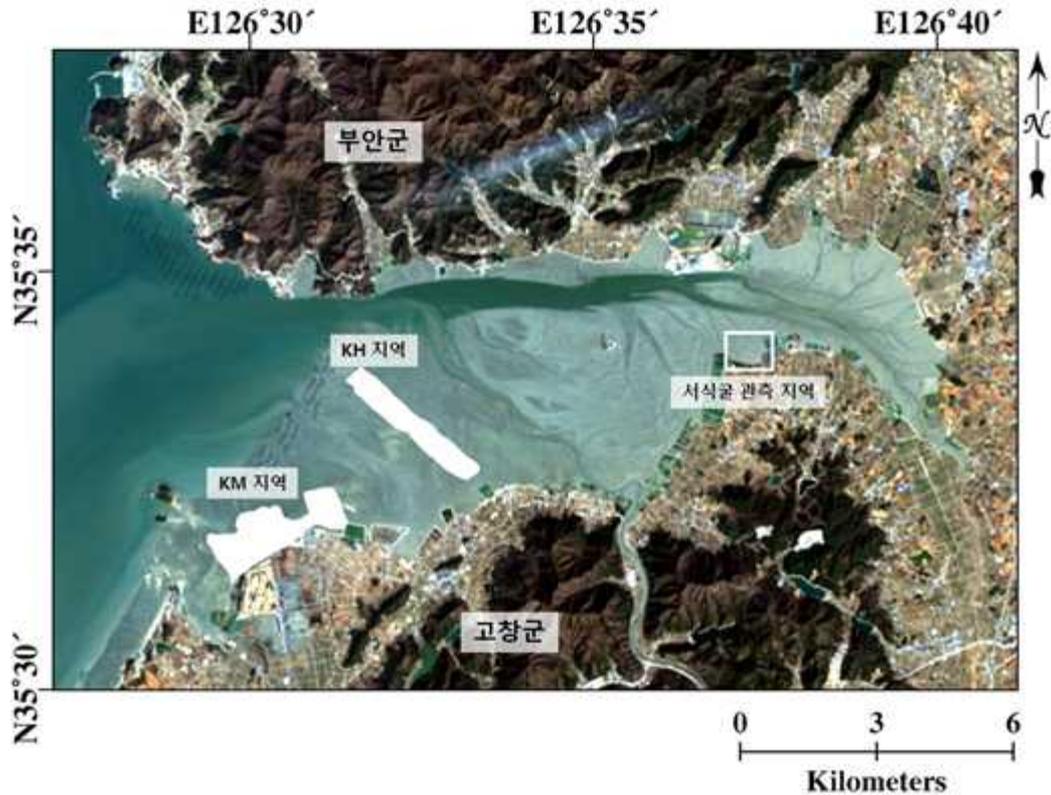


그림 3-1-19. 갯벌 영상 시험 제작 지역

- 소형 회전익 UAV인 Mavic 2 Pro 기체를 사용함.
- Mavic 2 Pro는 자체적으로 광학카메라를 탑재하고 있으며, 250 m 기준 0.08 m의 공간해상도를 가짐.
- 인공지능 객체분석의 training set 구축을 위하여 연구지역 내에서 여러장의 개별 영상을 촬영하였음.
- 서식굴 관측에 적합한 비행 고도의 평가를 위하여 다양한 고도에서의 촬영을 실시하였음 (그림 3-1-20).
- 자동비행이 가능한 최저고도인 10 m를 비행고도로 선정하여 UAV 관측을 수행하였음.
- 연구지역 내에서 총 562 장의 영상을 획득하였으며, 이를 두 장의 정사영상으로 합성하였음.
- 각 개별 영상은 인접한 영상간의 중첩도가 70% 이상이 되도록 설정하였으며, 영상의 정합을 위해 Lowe(2004)에서 소개된 SIFT 알고리즘을 적용, 영상의 중복되는 부분

에서 극점을 추출하였음.

- 추출한 극점들로부터 point cloud를 형성하고, 이 point cloud에 항공삼각측량법을 적용하여 정사영상으로 합성하였음.

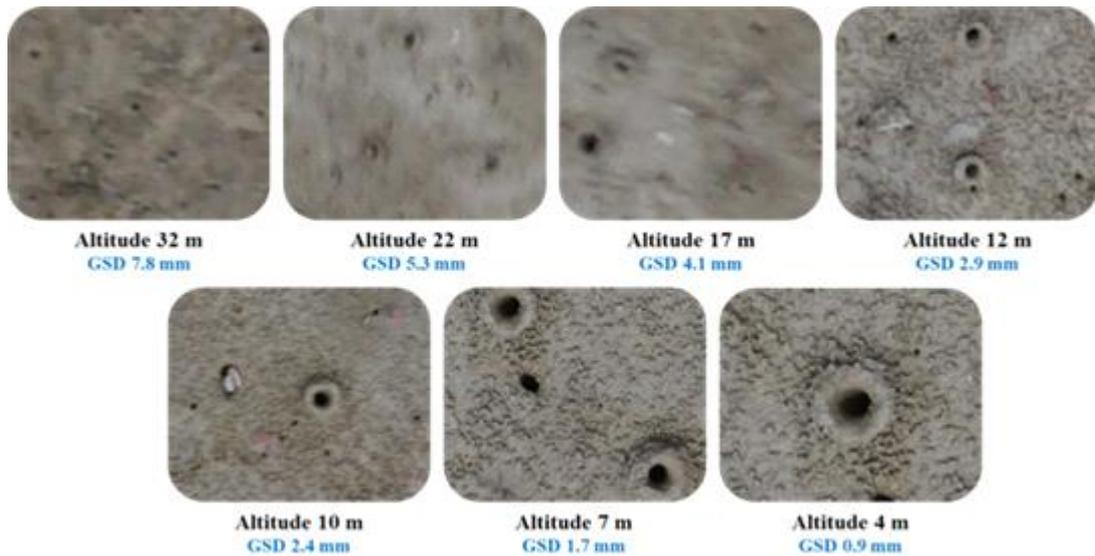


그림 3-1-20. 고도에 따른 무인항공기 영상의 공간해상도와 촬영된 서식굴

- 서식굴 관측과 마찬가지로 중복도 70 % 이상이 되도록 영상 촬영을 진행하였으며, KH 지역의 경우 2번, KM 지역은 5번에 걸쳐 비행을 수행하였음.
- 고도는 250m로 설정하여, 정사영상의 해상도는 약 0.07m, DEM의 해상도는 약 0.15 m로 제작됨.
- DEM 생성과정은 서식굴의 정사영상 생성과정과 동일하며, 지상기준점(GCP)를 설정 및 측량하여 DEM 제작 시 입력 자료로 활용함.
- 검증 측선을 측량하여 표고 검증 자료로 사용함.
- 합성된 정사영상은 약 3 mm의 공간해상도를 보이며, 서식굴의 형태 및 크기를 관측할 수 있었음 (그림 3-1-21).

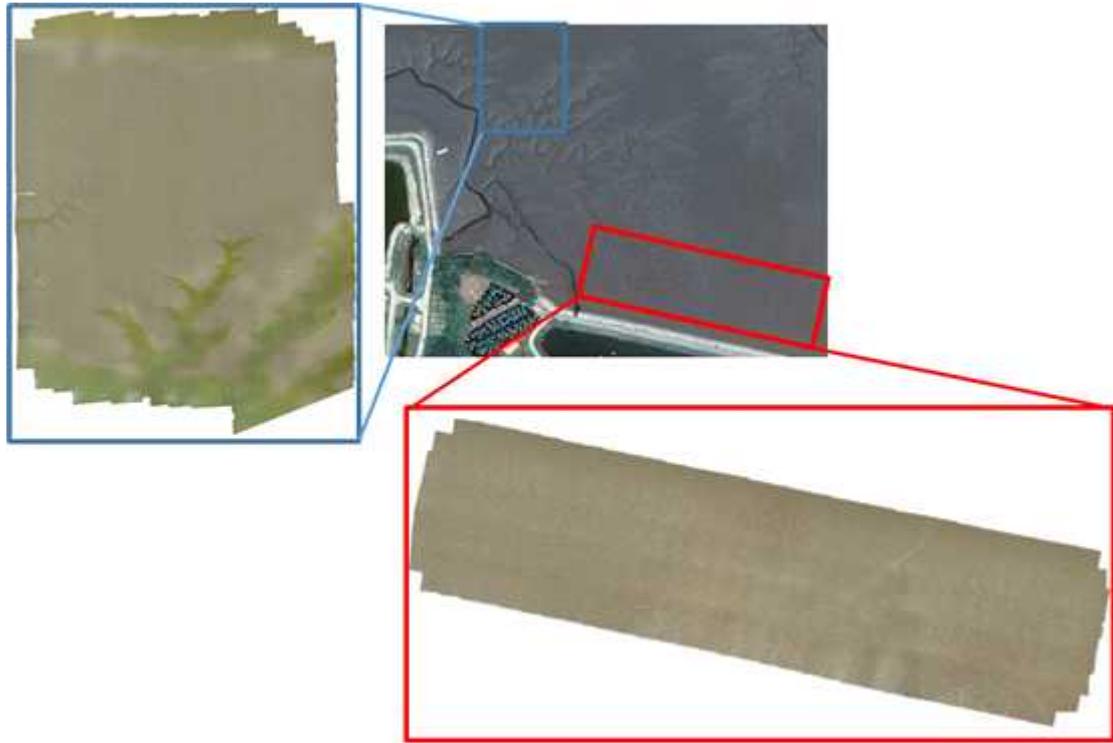


그림 3-1-21. 합성한 정사영상

- 일부 영역을 확대하면 그림 3-1-22와 같이 표현되며 실제 정확하게 구분 가능한 서식굴의 크기는 지름 약 1cm 이상인 것으로 보여짐.

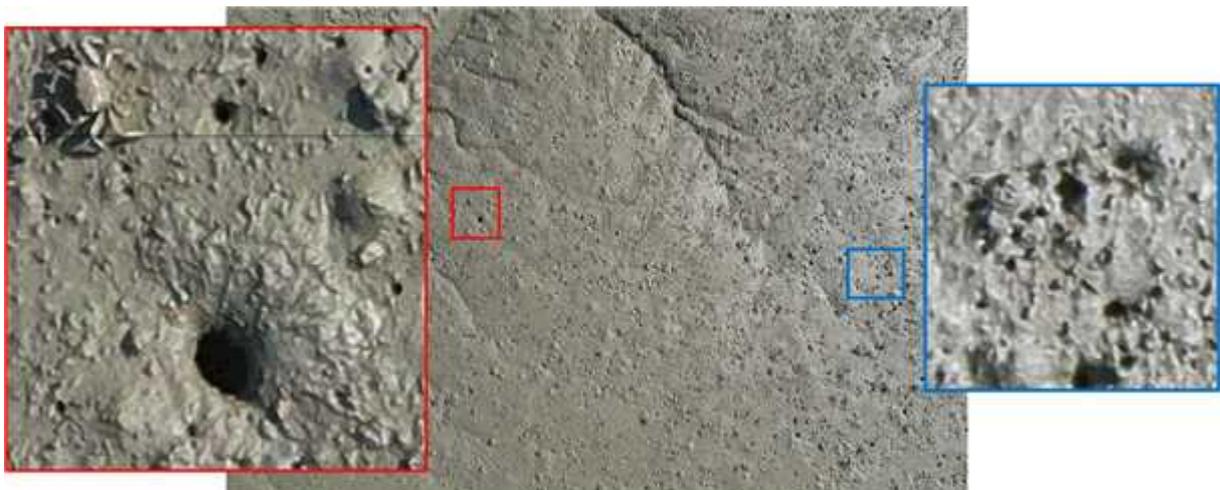


그림 3-1-22. 정사영상 확대 화면

- 크기가 cm 미만인 서식굴이나 pellet 들의 경우 구분이 어려운 경우가 있으며, pellet 의 형태가 다르지만 크기가 유사한 경우 분류가 어렵다는 단점을 보임.

- 추후 더 낮은 고도에서의 관측을 통해 오분류가 일어나는 현상에 대해 보완 예정임.
- KH 지역의 DEM은 조간대 상부에서 하부까지의 완만한 경사를 잘 표현하고 있으며, 표고 분포는 상부에서는 약 2 m, 하부에서는 약 -1.5 m 정도로 나타남 (그림 3-1-23).
- KM 지역은 조간대 상~중부의 표고 분포를 나타내며, 표고는 4 ~ -1 m 내에 분포함 (그림 3-1-23).
- KH 지역에는 소조류로가 분포하며 그 폭은 최대 0.3 m 정도로 주조류로에 비해 비교적 좁은 폭을 가지며, 인공위성 영상에서는 확인하기 어려움.
- KM 지역에서는 사주의 일종인 셰니어(Chenier)가 존재하며, 호 형태의 모래 둔덕을 관측할 수 있음.
- 기존 인공위성 영상 기반의 DEM에서는 확인할 수 없던 소조류로 및 소지형들에 대해 관측 및 분석이 가능하게 됨.

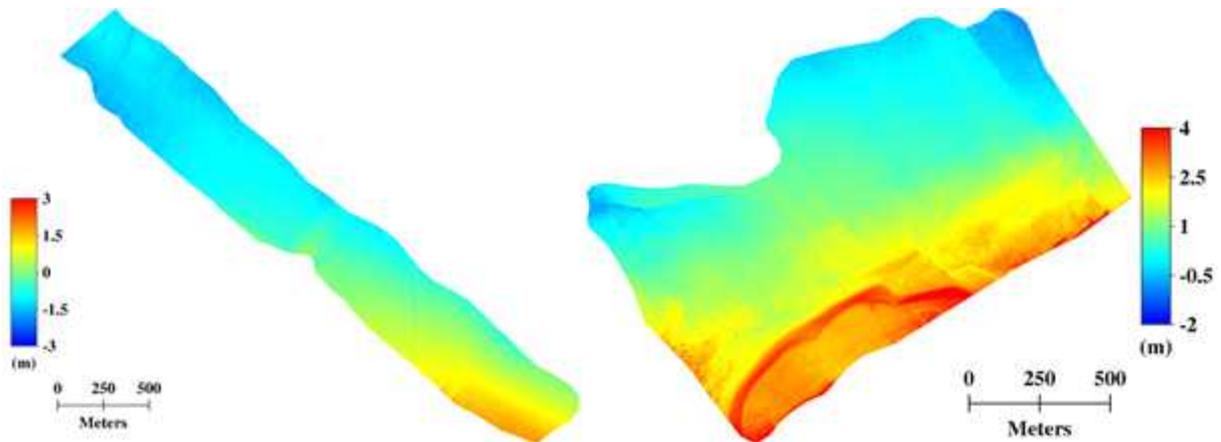


그림 3-1-23. KH(왼쪽) 지역과 KM(오른쪽) 지역의 DEM

4. 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술 검토 및 시험 제작

○ 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술 검토

- 딥러닝 기반의 객체인식 알고리즘은 검출 정확도와 검출 시간 향상을 위한 방향으로 꾸준히 개발되고 있으며 매년 새로운 알고리즘이 발표되고 있음.
- 그림 3-1-24에서 VOC07, VOC12 및 COCO 데이터 셋에 대한 객체인식 알고리즘의 검출성능을 mAP (mean AP)로 비교함.
 - ▶ VOC07 데이터 셋에 대한 최고 성능 알고리즘: DAFS (Li et al. 2019)
 - ▶ VOC12 데이터 셋에 대한 최고 성능 알고리즘: PFPNet (Kim et al. 2018)
 - ▶ COCO 데이터 셋에 대한 최고 성능 알고리즘: EfficientDet (Tan et al. 2019)

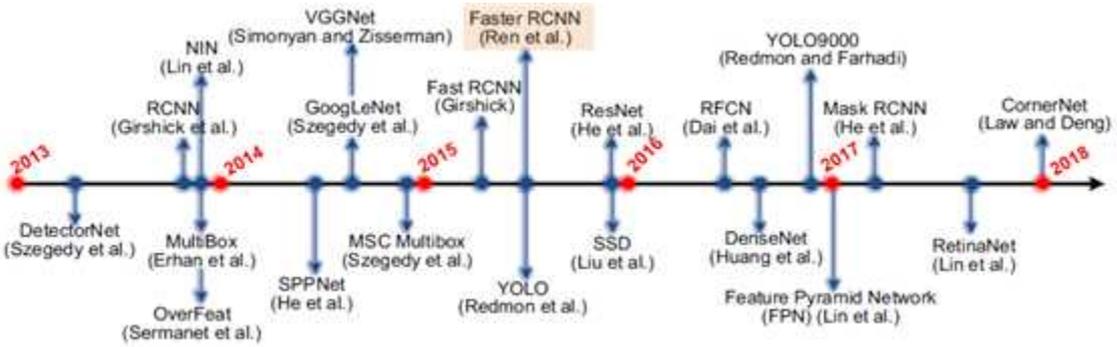


그림 3-1-24. 객체검출 인공지능 기술 흐름도

- 데이터 셋에 따라 객체인식 알고리즘의 검출성능이 다른 점을 보더라도 적용하고자 하는 데이터 셋과 검출하고자 하는 객체 정보에 적합한 객체인식 알고리즘을 선택할 필요가 있으며 이를 위한 분석연구가 필수적임.
- 본 기획연구에서 검출하고자 하는 객체는 갯벌영상 기반으로 갯벌에 남아있는 갯벌생물의 서식정보로 기존 객체검출 알고리즘으로 검출가능한지 시험하기 위하여 가장 보편적으로 사용하는 Faster R-CNN 객체검출 알고리즘을 적용함 (그림 3-1-25).
- Faster R-CNN 알고리즘은 2단계 객체검출 방법으로 영상내 객체 영역을 찾는 region proposal과 해당 영역을 분류하는 detection의 과정을 순차적으로 수행하며 훈련하는 방법임.

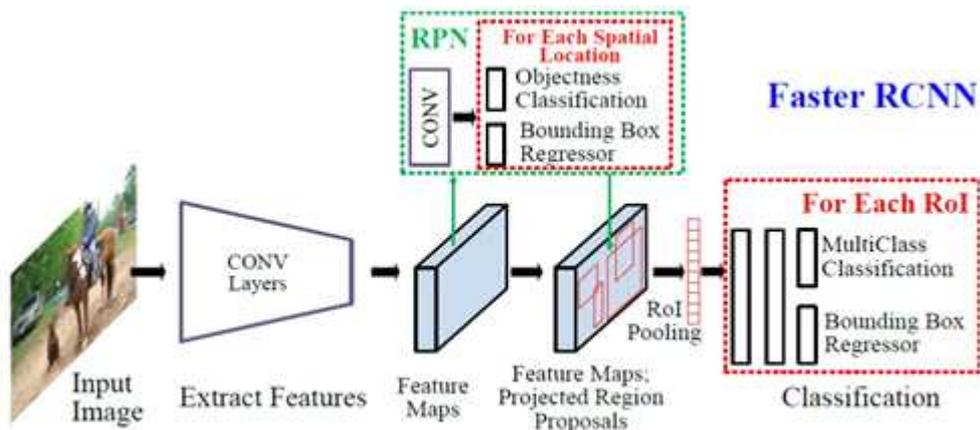


그림 3-1-25. Faster R-CNN 객체검출 알고리즘

○ 인공지능 객체인식 알고리즘 시험 제작

- 흰이빨참갯지렁이의 서식굴을 검출하기 위하여 168장의 훈련용과 42장의 검증용 갯벌 RGB 칼라영상 (686x1024 영상크기)을 구축함.
- 특징 추출용으로 ResNet-50 CNN (convolutional neural network)을 transfer

learning 기법으로 적용하여 Faster R-CNN의 네트워크 구조를 정의하고 구축된 흰이빨참갯지렁이 데이터 셋을 이용하여 훈련함 (그림 3-1-26).

- 6 mini batch와 10 epoch 만큼 SGDM optimizer를 사용하여 Faster R-CNN을 훈련하였으며 듀얼 GPU (NVIDIA RTX2080) 시스템을 활용함.

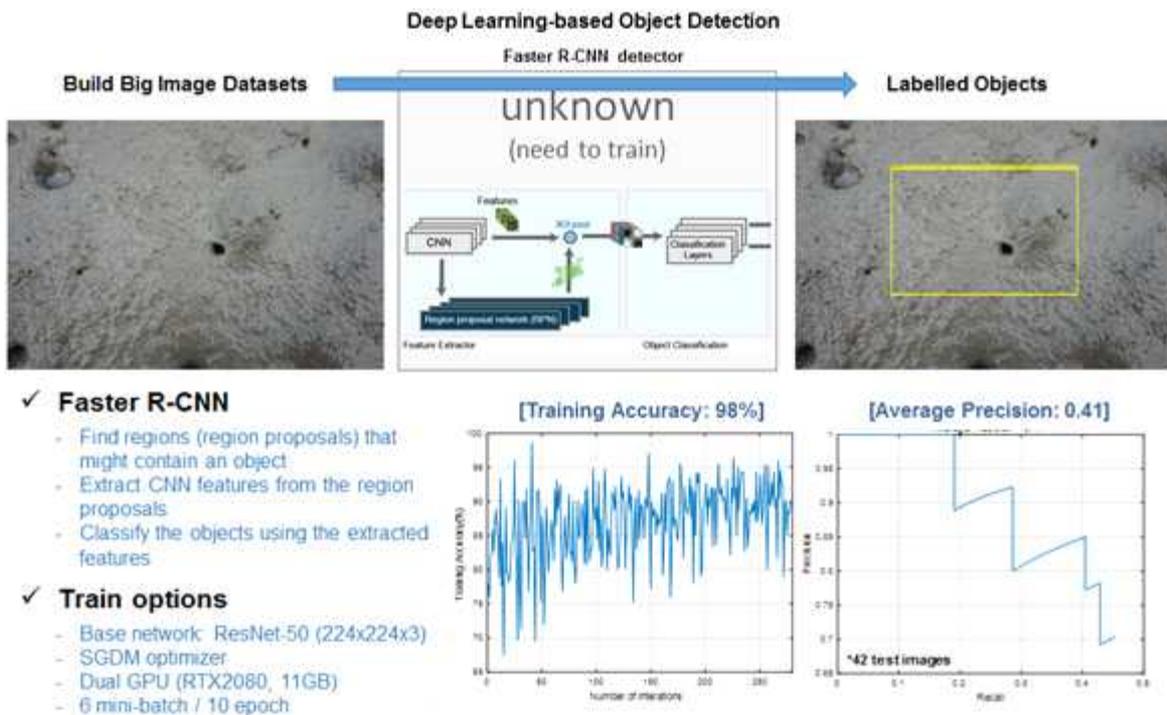


그림 3-1-26. Faster R-CNN detector를 이용한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 학습 및 검출성능 검증

- 구축된 학습자료를 이용하여 흰이빨참갯지렁이 객체인식 딥러닝 수행 결과 훈련정확도는 98%로 높게 나타났지만 검증용 영상을 대상으로 한 흰이빨참갯지렁이 서식굴 객체인식 수행 결과는 0.41의 낮은 AP를 보임 (그림 3-1-27).
- 흰이빨참갯지렁이의 객체인식 검출율을 향상시키기 위해 다양한 객체인식 알고리즘의 적용 및 성능검증이 필요하며 갯벌 영상에서 특징정보를 잘 표현할 수 있는 입력 영상의 도메인 설정 및 학습자료 구축 기술 개발이 필요할 것으로 판단됨.

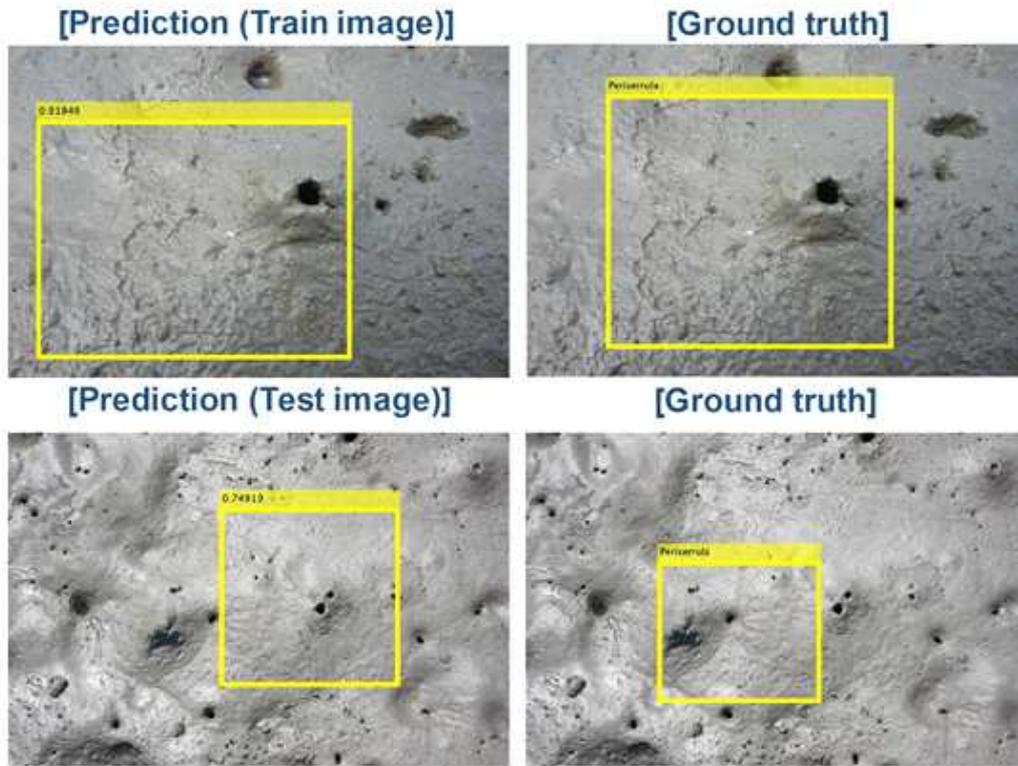


그림 3-1-27. 훈련용과 검증용 영상에 대한 Faster R-CNN 모델의 흰이빨참갯지렁이 서식굴 검출 결과

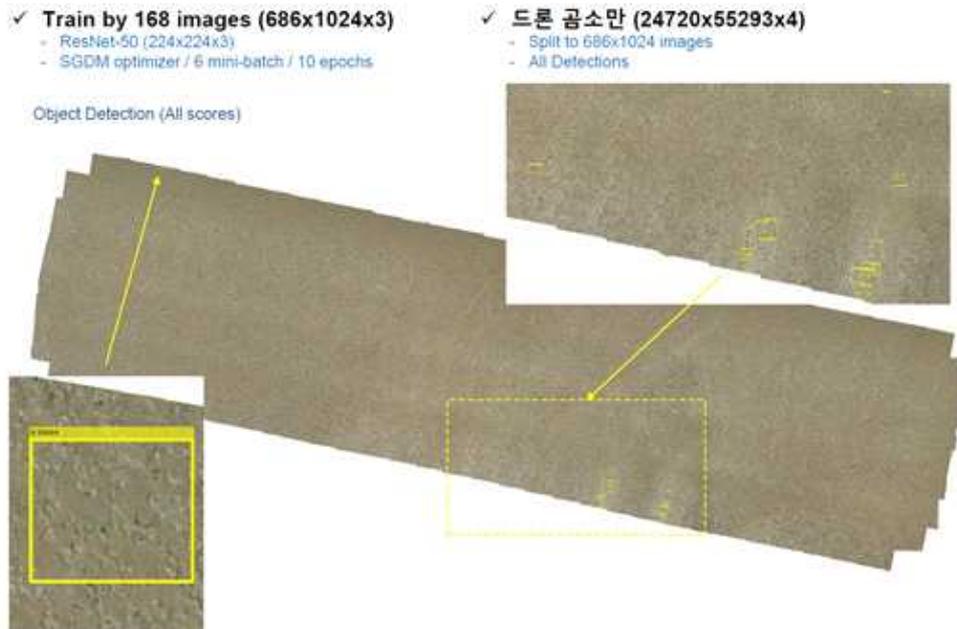


그림 3-1-28. 갯벌 정사영상에서의 흰이빨참갯지렁이 객체인식 수행 결과

- 무인항공기를 이용해 제작된 갯벌 정사영상을 대상으로 흰이빨참갯지렁이 객체인식 수행 결과 검출이 가능한 것으로 나타났지만 검출율은 낮은 것으로 나타남. 무인항공기/AI 기술을 이용해 갯벌 생물의 공간정보 구축 기술 개발 가능성을 확인하였으나 낮은 검출율을 보완하기 위한 고해상도 갯벌 영상 제작 및 변수를 고려한 대상 생물의 학습자료 구축과 같은 세부 기술 개발이 필요한 것으로 판단됨 (그림 3-1-28).

5. 무인항공기/AI 기술 개발 로드맵 제시 및 완성 기술 수준 검토

○ 무인항공기/AI 기술 개발 로드맵 및 기술 수준 검토



그림 3-1-29. 무인항공기/AI 기술을 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 로드맵

- 무인항공기/AI 기술을 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술은 인공지능 객체인식 학습자료 구축 기술, 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술, 고해상도 갯벌영상 제작 기술의 세 가지 요소기술로 구성되어지며 3년에 걸쳐 기술을 개발함 (그림 3-1-29).
- 인공지능 객체인식 학습자료 구축 기술은 인공지능 객체인식 알고리즘을 통한 갯벌 생물의 밀도/생물량을 검출하기 위한 기반 기술로써 대상종 및 환경요소 특성을 고려하여 객체인식 학습자료를 구축하는 기술임.
- 인공지능 알고리즘 제작 기술은 구축된 인공지능 객체인식 학습자료를 딥러닝을 이

용하여 학습시킨 후 이를 바탕으로 갯벌 생물의 밀도/생물량을 검출하는 알고리즘을 제작하는 기술임.

- 고해상도 갯벌영상 제작 기술은 갯벌 생물 학습자료 구축 및 인공지능 알고리즘 제작을 위한 기술로써 갯벌 생물의 서식굴, 활동흔적 등을 검출할 수 있는 고해상도 다중 갯벌영상을 제작하는 기술임. 고해상도 다중 갯벌영상 제작은 저고도 비행을 필요로하기 때문에 무인항공기 운용 기술 최적화가 선행되어야 함. 따라서, 무인항공기 운용 기술을 최적화 한 후 고해상도 다중 갯벌영상 제작 기술을 개발함.

○ 인공지능 객체인식 학습자료 구축 기술 개발

- 1차년도는 갯벌 생물 종별 특성 및 환경요소별 특성을 고려한 밀도 검출 학습자료를 구축하는 기술 개발이 세부 목표이며 총 10종의 갯벌 생물을 대상으로 학습자료를 시험 구축함. 앞서 언급한 갯벌 생물 종별 서식굴 및 활동흔적 특성과 환경요소별 특성을 고려하여 대상종의 서식굴 및 활동흔적 인공지능 객체인식 알고리즘을 위한 밀도 검출 학습자료 구축 기술을 개발.
- 2차년도는 갯벌 생물 종별 특성 및 환경요소별 특성을 고려한 생물량 산출 학습자료를 구축하는 기술 개발이 세부 목표이며 총 10종의 갯벌 생물을 대상으로 학습자료를 시험 구축함. 갯벌 생물의 생물량은 직접적으로 산출할 수 없기 때문에 서식굴 입구 특성과 생물량간 상관관계를 이용해 산출하여야 함. 갯벌 생물의 서식굴 입구 특성(직경, 가로, 세로, 높이 등)과 개체 크기 및 생물량간의 상관성을 가지고 있음. 일반적으로 서식굴 입구 직경이 증가할수록 개체 크기 및 생물량이 증가하는 것으로 알려져 있음. 이를 활용해 갯벌 생물 종별/환경요소별 서식굴 특성과 생물량간 상관성을 분석하여 대상종의 인공지능 생물량 산출 알고리즘을 위한 생물량 검출 학습자료 구축 기술을 개발.
- 3차년도는 1-2차년도에 개발된 기술을 고도화하는 것이 세부 목표임. 인공지능 객체인식/생물량 산출 알고리즘을 위한 갯벌 생물 종별/환경요소별 밀도 및 생물량 산출 학습자료 구축 기술을 정립하고 총 20종의 갯벌 생물을 대상으로 학습자료를 시험 구축함.

○ 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술 개발

- 1차년도는 갯벌 생물 밀도 검출 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술 개발이 세부 목표이며 정확도 70%의 인공지능 알고리즘을 시험 제작함. 구축된 갯벌 생물 종별/환경요소별 인공지능 객체인식 학습자료를 이용하여 딥러닝 학습을 수행하고 갯벌 정사영상에서 대상 생물의 밀도를 산출할 수 있는 알고리즘 제작 기술을 개발.
- 2차년도는 갯벌 생물 생물량 산출 인공지능 객체인식 알고리즘 제작 기술 개발이 세부 목표이며 정확도 70%의 인공지능 알고리즘을 시험 제작함. 구축된 갯벌 생물 종별/환경요소별 생물량 산출 학습자료를 이용하여 딥러닝 학습을 수행하고 갯벌 정사

영상에서 대상 생물의 생물량을 산출할 수 있는 알고리즘 제작 기술을 개발.

- 3차년도는 1-2차년도에 개발된 기술을 고도화하는 것이 세부 목표임. 90% 정확도의 갯벌 생물 밀도 및 생물량 산출 인공지능 알고리즘 제작 기술을 정립함.

○ 고해상도 갯벌영상 제작 기술 개발

- 무인항공기를 이용한 고해상도 갯벌 정사영상 제작을 위해 선행되어야 할 조건은 무인항공기 운용 기술의 최적화임. 현재, 드론 운용시 자동비행의 최소 고도는 10 m 이나 고해상도 갯벌 정사영상 제작을 위해서 더 낮은 고도의 비행과 장시간 운영이 필요함. 또한, 시험 비행 결과 비행고도가 낮아질 경우 드론의 위치정확도가 낮아지는 문제점이 발생함. 1차년도에는 이러한 문제점을 보완하기 위해 무인항공기 저고도(7 m 이하) 자동 비행 기술, 무인항공기 위치 정확도 기술 (정확도 10 cm), 무인항공기 비행 시간 증가 기술 (비행시간 30분 이상)의 무인항공기 운용 기술을 최적화하는 것을 세부 목표로 함.
- 2차년도에는 무인항공기를 이용해 해상도 2 mm 이하의 갯벌 정사영상 제작 기술 개발을 세부 목표로 함. 무인항공기에 장착 가능한 다양한 센서들(광학, 다분광, 초다분광 등)을 이용한 갯벌 정사영상 제작 기술을 개발.
- 3차년도에는 고해상도 갯벌 다중정사영상 제작 기술 개발을 세부 목표로 함. 다양한 센서들을 이용해 해상도 1mm 이하의 고해상도 갯벌 다중정사영상 제작 기술을 개발.

제 2 절 무인항공기/AI 기술 적용을 위한 연구 체계 수립

1. 무인항공기/AI 기술 적용을 위한 연구 체계 수립

○ 연구 체계 수립

- 인공지능/원격탐사 기술은 4차산업 핵심기술의 융합을 통한 기술로써 다양한 분야에 적용될 수 있음 (그림 3-2-1).
- 갯벌 생물 (밀도 및 생물량), 갯벌 환경 (퇴적상, 온도, 노출/침수시간, 조위 등), 갯벌 지형 (지형, 조류로 등)의 현장관측 점 데이터를 무인항공기 기술을 이용하여 광역 데이터로 확장시킬 수 있음. 갯벌 생물 및 환경 광역 데이터는 점 데이터의 부정확성을 보완함으로써 데이터의 정밀성을 향상시킬 수 있음.
- 원격탐사 기술 (무인/원격화 기술)을 이용하여 광역 데이터를 축적함으로써 갯벌 생물 및 환경 빅데이터를 구축할 수 있음. 갯벌 원격탐사 기술을 이용함으로써 갯벌 생물 및 환경 데이터 생산의 효율성을 확보할 수 있음.
- 구축된 갯벌 생물 및 환경 빅데이터와 인공지능을 이용하여 갯벌 공간정보 구축 인공지능을 개발하며 이를 통해 데이터 처리 효율성 및 인공지능/원격탐사 융합 원천

기술을 확보할 수 있음.

- 인공지능/원격탐사 기술을 이용한 갯벌 생물 및 환경 공간정보 구축 기술은 갯벌 생태기능(갯벌 생산력, 갯벌 정화력 등) 평가에 활용될 수 있으며 이를 통해 4차산업 핵심기술 기반 갯벌생태기능 서비스 평가에도 활용될 수 있음.

2. 연구 체계 수립 로드맵

○ 연구 체계 수립 로드맵

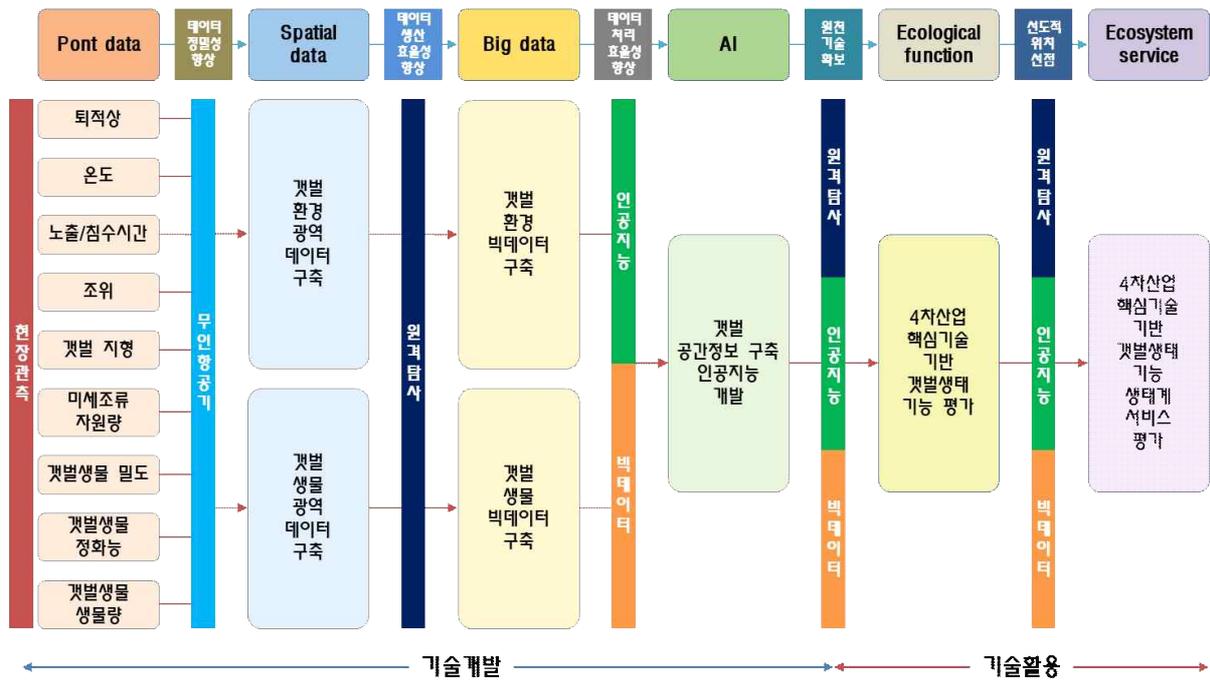


그림 3-2-1. 연구 체계 수립 로드맵

제 3 절 연구개발 결과의 기대효과 및 활용방안

1. 기대효과

- 원격탐사와 인공지능 기술을 이용한 갯벌 무인조사 가능.
- 점 자료(point data)의 비정확성을 보완한 갯벌 미세조류/갯벌생물의 밀도/생물량의 정밀 공간정보(spatial data) 구축.
- 무인조사/4차산업 핵심기술 기반 갯벌 생산량(일차/이차생산량) 산출 및 초정밀 갯벌 환경 주제도 제작.
- 인공지능/원격탐사 기술을 이용해 정밀한 시·공간적 데이터를 효율적으로 생산하여 기존의 부정확한 해양생태계 데이터의 보완.
- 인공지능/원격탐사 기술을 이용해 기후변화와 같은 외부환경요인에 의한 해양생태계 변화를 빠르게 파악하고 예측하여 해양생태계 변동에 대응.
- 4차 산업 핵심기술 융합을 통해 갯벌생태기능 평가의 기반 기술 확보 및 선도적 위치 선점.

2. 활용방안

- R&D 사업화 추진 전략
 - 인공지능/원격탐사를 이용한 갯벌 생물/환경 공간정보 구축 기술은 1단계는 기술 개발 단계, 2단계는 시범 적용 단계, 3단계는 개발 기술의 활용 단계의 총 3단계로 구성되며, KIOST 주요사업을 통해 인공지능/원격탐사를 이용한 갯벌 생물/환경 공간정보 구축 기술 개발 및 시범 적용을 통한 공간정보 구축을 수행하고 개발된 기술을 바탕으로 R&D 사업으로 확장시켜 개발 기술을 활용하는 것으로 추진함 (그림 3-3-1).



그림 3-3-1. 단계별 사업화 추진 계획

- 1단계는 인공지능/원격탐사 기술 개발 및 고도화 단계로 인공지능 학습자료 구축 기술 개발 및 고도화, 인공지능 알고리즘 제작 기술 개발 및 고도화, 무인항공기 운용 및 조정밀 갯벌 영상 제작 기술 개발 및 고도화의 세부 기술을 개발함 (그림 3-3-2).
- 1단계의 목표는 원격탐사 시각데이터의 기계학습을 통한 갯벌 생물/환경 공간정보를 구축하는 기술 개발 및 고도화임. 인공지능/원격탐사를 이용해 갯벌 생물의 밀도/생물량을 추정하는 인공지능 학습자료 구축 기술을 개발하고 구축된 학습자료를 이용하여 갯벌생물의 밀도/생물량을 추정하는 인공지능 알고리즘 제작 기술을 개발함. 갯벌 환경 공간정보 구축을 위해 현장관측과 원격탐사 및 인공지능을 이용하여 갯벌 환경(입도, 온도, 조위, 표층 염류소 등) 및 갯벌지형(지형, 갯골, 조류로)을 분석하는 기술을 개발함 (그림 3-3-3).
- 2단계는 인공지능/원격탐사 기술을 활용한 공간정보 구축 및 갯벌생태기능 평가 시범 적용 단계로 갯벌 생물 및 환경 공간정보 구축, 갯벌 일차/이차생산량 산출, 갯벌 생태기능 및 생태계서비스 평가를 시범 구축함 (그림 3-3-2).
- 2단계의 목표는 1단계에서 개발한 기술을 시범 적용하여 갯벌 생물/환경 공간정보를 구축하고 이를 활용하여 갯벌 생태기능, 생태계서비스 평가 및 갯벌 환경 주제도를 시범 구축하는 것임. 인공지능/원격탐사 기술을 이용하여 갯벌 생물 공간정보를 구

측하고 이를 활용해 갯벌 생산량(일차/이차생산량)을 추정함. 또한, 갯벌 환경/지형 공간정보를 구축하고 이를 활용해 초정밀 갯벌 주제도를 제작함 (그림 3-3-3).



그림 3-3-2. 1단계 기술 개발 로드맵



그림 3-3-3. 1-2단계 추진 계획

- 3단계는 인공지능/원격탐사 기술을 활용하는 단계로 생태계 기반 해양공간 통합관리, 법정관리 해양생물 통합관리, 기후변화 대응 연안공간 변화 예측 기술 개발에 활용함. 1,2단계에서 개발된 인공지능/원격탐사 기술을 이용하여 갯벌 생물 자원량 분석 기술, 갯벌 생물 공간정보 분석 기술, 갯벌 환경 분석 기술을 제1차 해양공간 기본계획('19-'28), 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획('18-'22), 제2차 해양생태계 보전관리 기본계획('19-'28)과 연계하여 R&D 사업화를 추진함 (그림 3-3-4).



그림 3-3-4. 인공지능/원격탐사 기술 활용

○ 인공지능/원격탐사 기술의 생태계 기반 해양공간 통합관리에 활용성

- 해양공간계획이 도입되고 실행되면서 해양공간관리계획을 수립해야 하고, 해양공간 특성평가, 해양공간적합성협의 등의 업무를 수행해야 하기 때문에 필요한 해양생태계 정보의 수준이 과거와는 비교할 수 없을 만큼 높아짐. 이를 위해 해양수산부에서는 기관별로 산재된 해양수산정보를 연계하여 통합관리하고, 해양공간계획 수립을 지원할 수 있는 공간정보 활용서비스를 구축하고 있으며 향후에는 해양수산빅데이터 기반 공동활용 플랫폼을 구축하게 될 것임.
- 바다가 주는 생태적 혜택을 지속적으로 이용하기 위해서는 해양생태계서비스를 확대

할 수 있는 기틀이 마련되어야 하며 이를 위해 해양생태계서비스 평가 기반이 마련되고 주기적인 평가가 수행될 예정이다.

- 해양생태계서비스의 근간을 이루는 항목은 생태계 기능과 관련된 것들이 많음. 일차생산, 먹이사슬, 오염정화, 기후변화 저감 등은 모두 생태계의 기능에서 파생되는 이점들임.
- 염생식물과 잘피는 조절서비스가 매우 우수한 서식지로 이에 대한 종별 분포도가 작성되어야 하고, 특정 서식밀도에서 제공되는 조절서비스의 양을 정량화, 표준화하는 작업이 진행되어야 함.
- 갯벌에서 생물이 만들어 내는 구멍은 오염물질 정화, 블루카본 등을 결정하는데 매우 중요한 항목들로 간주되고 있음. 특히 갯벌 구멍을 통해 공기와 접촉하는 면적이 증가하게 되면 갯벌의 정화능력이 기하급수적으로 늘어날 수 있음.
- 인공지능/원격탐사 기술은 갯벌 생물의 공간정보 자료 생산에 활용될 수 있으며 갯벌 생물에 의한 오염물질 정화, 갯벌 일차/이차생산량 자료를 생산함으로써 갯벌 생태계서비스 평가에 활용될 수 있음.

○ 인공지능/원격탐사 기술의 법정관리 해양생물 통합관리에 활용성

- 우리나라는 해양생태계법에 의거하여 생존을 위협받거나 보호해야 할 가치가 높은 해양생물을 해양보호생물로 지정하여 관리하고 있으며, 2019년 현재 총 80종의 해양보호생물이 지정되어 있음.
- 해양수산부는 해양생태계법에 의거하여 80종의 해양보호생물을 지정하여 관리하고 있으나, 부처별로 보호종 관리체계가 달라 중복 지정되어 있는 경우가 있고 관리 효율성이 저하될 우려가 있음. 환경부는 멸종위기 야생생물로 지정하여 관리하고, 문화재청은 천연기념물로 지정하여 관리함.
- 제2차 해양생태계 기본계획에서는 보호종별 보전관리대책을 수립하여 부처간 중복 지정으로 인해 관리 사각지대에 놓일 수 있는 경우를 극복하고자 함. 2023년까지 5종, 2028년까지 10종의 종별 복원계획을 수립할 계획을 제시하고 있어 이를 지원할 수 있는 기술개발이 필요함.
- 종별 보전관리대책을 수립하기 위해서는 보호생물 지정 및 해제 기준을 정비하고, 보호생물을 등급화하며, 종별 특성을 반영할 수 있는 과학적인 자료가 축적되어야 함. 무인항공기 영상을 인공지능으로 분석하는 기술은 이러한 종별 보전관리대책을 수립하고자 하는 후보 생물종에 대한 분포현황, 개체군 규모, 생태특성, 위협요인 실태 등을 파악할 수 있는 기반을 제공할 수 있음.
- 현재 해양보호생물로 지정되어 있는 해양무척추동물은 총 34종으로 이중 갯벌에 서식하는 종은 총 9종이며 인공지능/원격탐사 기술을 활용해 공간정보를 구축할 수 있는 종은 총 8종으로 분석됨 (표 3-3-1).
- 우리나라는 해양생태계법에 의거하여 사람의 생명이나 재산에 피해를 주는 해양생물을 유해해양생물, 외국으로부터 인위적 또는 자연적으로 유입되어 해양생태계의 균

형에 교란을 가져오거나 우려가 있는 해양생물을 해양생태계교란생물로 지정하여 관리하고 있음. 유해해양생물은 식물플랑크톤 5종, 자포동물 5종, 극피동물 2종, 태형동물 3종, 식물 2종 등 총 17종이 지정되어 있음.

- 유해해양생물 17종 중에서 식물플랑크톤은 적조를 유발하는 디노피시스, 슈도니치아, 알렉산드리움, 차토넬라 4속과 코클로디니움 1종이 지정되어 있음. 적조생물의 공간 분포는 무인항공기를 이용한 관측이 가능함.
- 유해·교란해양생물로 지정되어 있지는 않으나 매우 높은 밀도로 서식하는 쪽은 바지락 서식환경을 저해하는 해적생물로 잘 알려져 있어 이러한 경우에는 유해해양생물로 간주하여 관측 대상에 포함할 수 있음. 쪽은 동전모양의 구멍을 만들어 밀집 서식하기 때문에 드론영상의 인공지능 분석을 통해 서식범위를 파악하는 것이 상대적으로 용이함. 쪽은 바지락 서식에 심각한 피해를 주기 때문에 관리대책을 마련하는 것이 시급하며, 이를 위해 인공지능 기반 영상분석을 통해 서식분포를 우선적으로 파악하는 기술이 시급함.

표 3-3-1. 해양무척추동물의 해양보호생물 지정 현황과 개발 기술 적용 가능성

| 국명 | 학명 | 비고 | 갯벌 서식종 | 기술 적용 가능종 |
|-----------|-------------------------------------|-----------------------|--------|-----------|
| 갯게 | <i>Chasmagnathus convexus</i> | 멸종위기 II급 | ● | ● |
| 검붉은수지맨드라미 | <i>Dendronephthya suensoni</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 금빛나팔돌산호 | <i>Tubastraea coccinea</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 기수갈고둥 | <i>Clithon retropictus von</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 깃산호 | <i>Plumarella spinosa</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 나팔고둥 | <i>Charonia lampas</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 남방방게 | <i>Pseudohelice subquadrata</i> | 멸종위기 II급 | ● | ● |
| 눈콩게 | <i>Scopimera bitympana</i> | | ● | ● |
| 달랑게 | <i>Ocypode stimpsoni</i> | | ● | ● |
| 대추귀고둥 | <i>Ellobium chinense</i> | 멸종위기 II급, IUCN 자료 부족종 | ● | △ |
| 두이빨사각게 | <i>Perisesarma bidens</i> | | ● | ● |
| 둔한진총산호 | <i>Euplexaura crassa</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 망상맴시산호 | <i>Echinogorgia reticulata</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 미림이분지돌산호 | <i>Dichopsammia granulosa</i> | CITES II | | |
| 밤수지맨드라미 | <i>Dendronephthya castanea</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 별혹산호 | <i>Verrucella stellata</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 붉은발말뚝게 | <i>Sesarmops intermedius</i> | 멸종위기 II급 | ● | ● |
| 선침거미불가사리 | <i>Ophiacantha linea</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 연수지맨드라미 | <i>Dendronephthya mollis</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 유사벌레불이말미잘 | <i>Synandwakia multitentaculata</i> | | | |

| | | | | |
|----------|--------------------------------|----------|----|----|
| 유착나무돌산호 | <i>Dendrophyllia cribrosa</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 의염통성게 | <i>Nacospatangus alta</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 자색수지맨드라미 | <i>Dendronephthya puetteri</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 잔가지나무돌산호 | <i>Dendrophyllia ijimai</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 착생깃산호 | <i>Plumarella adhaerans</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 촉뿔시산호 | <i>Echinogorgia complexa</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 해송 | <i>Myriopathes japonica</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 빚자루해송 | <i>Antipathes densa</i> | CITES II | | |
| 망해송 | <i>Antipathes dubia</i> | CITES II | | |
| 긴가지해송 | <i>Myriopathes lata</i> | CITES II | | |
| 실해송 | <i>Cirripathes anguina</i> | CITES II | | |
| 흰발농게 | <i>Uca lactea</i> | 멸종위기 II급 | ● | ● |
| 흰수지맨드라미 | <i>Dendronephthya alba</i> | 멸종위기 II급 | | |
| 흰이빨참갯지렁이 | <i>Paraleonnates uschakovi</i> | | ● | ● |
| 합 계 | 34종 (산호류 20종) | | 9종 | 8종 |

제 4 장 경제성 분석

제 1 절 정책·기술적 타당성 분석

○ 국가상위계획과 추진기술간의 정책 연계

- 정부는 과학기술기본법 제7조(과학기술기본계획)에 따라 매 5년마다 과학기술발전에 관한 중·장기 정책목표와 방향을 설정하고 정부의 과학기술 관련 계획과 시책 등을 종합한 과학기술기본계획을 수립·시행 중.
- 제3차 과학기술기본계획('13~'17)의 종료에 따라 새로운 국정방향을 반영한 제4차 과학기술기본계획('18~'22) 수립이 진행 중.
- '과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여'를 비전으로 이를 달성하기 위한 핵심적인 4대 전략을 제시.
 - (전략1) 미래도전을 위한 과학기술역량 확충
 - (전략2) 혁신이 활발히 일어나는 과학기술생태계 조성
 - (전략3) 과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출
 - (전략4) 과학기술이 만드는 모두가 행복한 사회 구현
- 한편 정부 R&D 중장기 투자전략('16~'18)에 따라서는 기술의 시장전망, 수준, 공공성, 정부투자 생산성 등의 지표분석과 전문가 설문 등을 통해 9대 분야별 중점 투자 분야를 제시.
- 동 중점 기술분야는 ①ICT·SW, ②생명·보건의료, ③에너지·자원, ④소재·나노, ⑤기계·제조, ⑥농림수산·식품, ⑦우주·항공·해양, ⑧건설·교통, ⑨환경·기상분야로 각 분야별 중점투자분야를 도출하고 제4차 과학기술기본계획과 연계 추진.
- 갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발사업 평가' 관점에서 중점 기술분야는 환경·기상 분야, 중점투자 분야는, 기후·대기, 환경보건 및 예측 등 분야와 연계.

○ 해양수산부문 계획과 추진기술간의 정책 연계

- 해양수산 R&D 중장기계획('14~'20)은 해양수산발전기본법에 따른 최상위 해양수산과 학기술 정책계획으로 '국민의 꿈과 행복을 실현하는 창조형 해양수산과학기술'을 비전으로 3대 R&D 전략 및 12대 실행전략을 제시.
- (전략 1) 해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대.
 - 해양과학조사 및 예보 역량 강화: 해양 예보시스템 개선 및 해양영토 광역 감시망을 구축하고, 주변국과의 해양경계획정에 대비한 해양과학조사 역량 강화.
 - 극한 공간 활용 및 국제협력 확대: 극지 및 대양 심해저 활용 촉진을 위한 기반을 마련하고 남·북극 과학 인프라 활용연구를 확대하며 국제협력을 다변화.
- (전략 2) 창조형 해양수산 산업 육성.

- 해양자원 및 해양에너지 개발 활성화: 국가 전략자원의 안정적 공급원 확보를 위한 해양자원을 개발하고 해양에너지 복합플랜트 개발 및 미활용 에너지원 활용.
- 첨단 해양 장비산업 육성: 수중·심해저의 산업 활동 지원을 위해 첨단 장비 및 시스템을 국산화하고 해양레저 확산을 위해 레저장비산업 육성 및 기반 조성.
- 항만·해운물류의 허브기능 고도화: 선박 대형화 추세 및 재난·재해 대응을 위한 항만인프라를 개선하고 해운물류시스템의 효율화 및 항만운영 자동화 추진.
- 해양수산 생명자원의 산업화 촉진: 해양수산생물 유래 소재산업 육성 및 에너지 생산체제를 구축하고 국내외 해양수산생명자원 발굴 및 관리시스템 체계화.
- 해양플랜트 산업 경쟁력 확보: 해양플랜트 엔지니어링 경쟁력 확보 및 기자재 인증체계를 구축하고 해저플랜트, LNG 벙커링, 서비스산업 등 신시장 진출 지원.
- 친환경선박 시장 선도: 국제해사기구(IMO) 등 국제규제에 대비하여 친환경선박 운항기술을 개발하고 국제규제 선제대응을 통한 시장 선점 효과 창출.
- (전략 3) 국민행복 해양공간 창조.
 - 해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화: 해양오염, 유해해양생물 등에 대한 관리·대응체계를 고도화하고 지속가능한 해양환경관리 및 해양생태계다양성 보전.
 - 연안재해 저감 및 해양교통 안전 확보: 기후변화 등에 따른 연안지역 재해 피해를 최소화하고 침식해안 관리를 체계화하며, 해양교통 안전을 확보하기 위한 융복합 시스템 개발.
- 해양수산 R&D 중장기계획의 3대 전략 중, ‘갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발사업 경제성 분석’연구는 국민행복 해양공간 창조 전략의 해양생태계다양성 보전 추진 내용과 정책적으로 명확히 연계되고 있음.

○ 범부처 계획과 추진기술간의 정책 연계

- 제1차 기후변화대응 기본계획.
 - 저탄소녹색성장기본법 제40조를 근거로, 기후변화대응의 기본원칙에 따라 20년을 계획 기간으로 하는 ‘기후변화대응 기본계획’을 5년마다 수립 및 시행.
 - 기후변화대응을 위한 주요 과제 중 탄소 흡수·순환 기능 증진을 위해 전국 폐염전, 유희 간척지 등 갯벌 복원 사업 확대 및 하구역·염습지 식생 조성 등을 통해 온실가스 저감에 기여하고자 함.
 - 해양의 탄소흡수원이 블루카본 관리를 통해 해양 탄소흡수량 증진 및 국제 인증 추진.
- 무인이동체 발전 5개년 계획.
 - 부처별로 담당하고 있는 공간적 칸막이를 배제하고 무인이동체 기술간 융합을 활성화하고 산업경쟁력 확보를 위한 범부처 ‘무인이동체 발전 5개년 계획(‘16~’20) 수립.
 - 효율적인 발전을 위해 육·해·공 무인이동체 통합운영 시스템 및 통합로드맵 등 통합적 발전전략을 추진.

○ 추진기술의 정책 부합성

- 기획연구에서 제시된 '갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발사업 경제성 분석'은 기후 변화 대응, 해양 생태계 보존 및 관리, 해양공간 관리, 원격탐사 운용 등의 핵심적인 요소기술로서 관련 정책방향과 명확히 부합됨.
- 특히 기후변화 대응 및 해양생태계 보존을 위한 관할해역 내 해양과학적 정보의 측정·축적은 국가차원에서 장기 지속적으로 투자해야할 핵심적인 공공기반 기술임과 동시에 정책적 활용도가 높은 기술 분야로서 연구개발의 추진 필요성이 높다고 판단 됨.

제 2 절 경제적 타당성 분석

○ 경제성 분석 결과

- 경제성 분석 결과 편익-비용비율은 1.12로서 본 연구개발 사업은 경제적으로 타당한 것으로 분석 (표 4-2-1).
- 추후 본 연구개발사업을 통해 갯벌의 생태계서비스의 인식 가치가 추가로 식별되고 보존가치 인식개선 효과가 확대되면서 기초과학적 연구의 수월성이 높아지면 본 편익-비용비율은 변화될 수 있음.
- 한편, 본 경제성 분석에서는 최종적으로 반영하지 않은 온실가스 배출량 감축 편익 등이 본 기획연구의 성과로 추가로 확인되면 편익-비용비율은 보다 더 증대될 것으로 전망.
- 내부수익율은 6.2%이며, 순현재가치는 276백만원인 것으로 분석.

표 4-2-1. 경제성 분석 결과 요약

| 구 분 | 분석 결과 |
|------------------|-------|
| 총 편익의 현재가치 (백만원) | 2,665 |
| 총 비용의 현재가치 (백만원) | 2,389 |
| 순현재가치 (백만원) | 276 |
| 비용편익비율(B/C) | 1.12 |
| 내부수익률(IRR) | 6.2% |

*경제성 분석 세부 결과는 별첨 2 참조

제 5 장 참고문헌

- Bycroft et al. 2019 Comparing random forests and convoluted neural networks for mapping ghost crab burrows using imagery from an unmanned aerial vehicle. *Estuar Coast Shelf Sci* 224: 84-93.
- Carrivick J. L. and Smith M. W. 2019 Fluvial and aquatic applications of Structure from Motion photogrammetry and unmanned aerial vehicle/drone technology. *Wiley Interdiscip Rev Water* 6(1): 1-17.
- Deng et al. 2009 ImageNet: A large scale hierarchical image database. *CVPR proceeding* 248-255.
- Everingham et al. 2010 The pascal visual object classes (voc) challenge. *International Journal of Computer Vision* 88: 303 - 338.
- Everingham et al. 2015 The pascal visual object classes challenge: A retrospective. *International Journal of Computer Vision* 111: 98 - 136.
- Gonçalves, J. A., and R. Henriques, 2015 UAV photogrammetry for topographic monitoring of coastal areas, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 104: 101 - 111.
- Lee et al. 2015 Method to Extract Coastline Changes Using Unmanned Aerial Vehicle, *Journal of the Korean Geographical Society*, 50(5): 473 - 483.
- Levy et al. 2018 Automated analysis of marine video with limited data", *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops*, June 1498-1506.
- Jaud et al. 2016 Potential of UAVs for monitoring mudflat morphodynamics (Application to the Seine Estuary, France), *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(4).
- Jiao et al. 2019 A Survey of Deep Learning-based Object Detection. *arXiv:1907.09408v2*
- Kim et al. 2015 Investigating Applicability of Unmanned Aerial Vehicle to the Tidal Flat Zone, *Korean Journal of Remote Sensing*, 31(5): 461 - 471.
- Kim et al. 2018 Parallel Feature Pyramid Network for Object Detection. *ECCV proceeding*.
- Kim, W. 2019 Remote Sensing of Water Quality for Smart Coastal and River Management, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 67(9): 44 - 49.
- Kuznetsova et al. 2018 The open images dataset v4: Unified image classification,

object detection, and visual relationship detection at scale. arXiv:1811.00982.

Lin et al. 2014 Microsoft COCO: Common objects in context. ECCV proceeding 740 - 755.

Li et al. 2019 Dynamic Anchor Feature Selection for Single-Shot Object Detection. ICCV proceeding.

Liu et al. 2020 Deep Learning for Generic Object Detection: A Survey. International Journal of Computer Vision 128: 261-318.

Lowe, D. G. 2004. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints, International Journal of Computer Vision, 60(2): 91 - 110.

Oh et al. 2019 Wide Area Marine Surveillance Using a Solar Powered Fixed Wing Drone, In Proceedings of Korean Society for Geospatial Information Science (pp. 132 - 133). Korean Society for Geospatial Information Science.

Old et al. 2019 Mapping out bare nosed wombat (*Vombatus ursinus*) burrows with the use of a drone. BMC Ecol 19:39.

Rominger K and Meyer S. E. 2019 Application of UAV-Based Methodology for Census of an Endangered Plant Species in a Fragile Habitat. Remote Sensing 11(6): 719.

Tan et al. 2019 EfficientDet: Scalable and Efficient Object Detection. arXiv:1911.09070

Colefax et al. 2018. The potential for unmanned aerial vehicles (UAVs) to conduct marine fauna surveys in place of manned aircraft, ICES Journal of Marine Science, 75(1): 1 - 8.

Watanabe et al. 2019 Underwater and airborne monitoring of marine ecosystems and debris. J Apply Remote Sens 13(4).

별첨 1. 특허 동향 조사 보고서

특허동향 조사보고서

<무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보 구축 기술개발>

2019.07.

수행기관 : 이수국제특허법률사무소

대상기관 : 한국해양과학기술원

제 출 문

한국해양과학기술원 귀하

본 보고서를 「무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보
구축 기술」에 관한 최종보고서로 제출합니다.

2019년 7월 15일

수행기관 : 이수국제특허법률사무소

작성자 : 책임 연구원 김 정 수

연구원 현 준 호

목 차

| | |
|---------------------------------|-----------|
| I. 개요 | 1 |
| 1. 분석 배경 및 목적 | 2 |
| 1-1. 분석 배경 | 2 |
| 1-2. 분석 목적 | 2 |
| 2. 분석 범위 | 3 |
| 2-1. 분석대상 특허 검색 DB 및 검색범위 | 3 |
| 2-2. 분석대상 기술 및 검색식 도출 | 4 |
| 2-3. 유효특허 선별 기준 및 결과 | 7 |
| 2-4. 특허기술동향조사 분석방법 | 9 |
| | |
| II. IP 정량 분석 | 11 |
| 1. 국가별 Landscape | 12 |
| 1-1. 주요시장국 기술개발 활동현황 | 12 |
| 1-2. 기술시장 성장단계 파악 | 16 |
| 2. 경쟁자 Landscape | 19 |
| 2-1. 주요 출원인 현황 | 19 |
| 3. 최근 구간 점유율 분석 | 21 |
| 4. 소결 | 23 |

| | |
|------------------------|-----------|
| Ⅲ. 주요특허 | 25 |
| 1. 주요특허 분석 | 26 |
| 1-1. 주요특허 추출 | 26 |
| 1-2. 주요특허 리스트 | 26 |
| 1-3. 주요특허 기술 요지서 | 27 |
| 2. 유효특허 리스트 | 42 |
| | |
| Ⅳ. 결론 | 91 |

I. 개요

1. 분석 배경 및 목적

2. 분석 범위

1. 분석 배경 및 목적

1-1. 분석 배경

- 본 보고서에서는 「무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보 구축 기술」 분야에 있어서 연구기관의 연구주제 도출을 위한 IP현안 분석을 수행하고, 본 기술 「무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보 구축 기술」의 개발현황을 파악하기 위한 객관적 데이터인 특허정보를 제공하고자 함
- 정부의 지속적인 관리 노력에도 불구하고 국내 갯벌의 생태계와 자원량은 환경변화와 인간 활동에 의해 크게 위협받고 있음. 해양 공간의 해상력을 갖는 정보의 입력이 우선시 되고 있음. 정부에서 수행하는 국가해양생태계 종합조사를 포함한 해양공간계획(MSP)을 위한 입력 자료는 대부분 포인트 자료(point data)이기 때문에 공간관리 정책 도출에 한계가 있음
- 이에 인공지능(AI)과 무인항공기(드론) 기술을 이용한 갯벌 생물의 광역 공간자료 구축을 위한 기술개발과 이를 활용한 사회현안 해결형 융합연구 클러스터 구축 및 연구계획 수립을 위한 기획을 하고자 함

1-2. 분석 목적

- 본 보고서에서는 『무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보 구축 기술개발』 과제를 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축기술 및 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술의 두 가지 분야에 대한 특허동향분석을 실시함
- 본 특허동향조사 보고서는 무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보 구축 기술개발에 대하여 특허동향을 분석함으로써, 우리나라의 기술 수준, 국가의 연구개발 동향을 파악하고, 본 연구개발과제 수행의 타당성에 대한 객관적인 정보를 제공하기 위함

2. 분석 범위

- 한국, 미국, 일본 및 유럽 공개/등록특허를 분석 대상으로 각 기술트리에 부합하는 Law Data를 추출하였고, 「무인항공기/AI 기반 갯벌 생물 공간정보 구축 기술」 개발의 필요성을 고려하여, 1998년 1월 이후 출원 공개된 유효특허를 분석대상으로 함

2-1. 분석대상 특허 검색 DB 및 검색범위

(1) 분석대상 특허¹⁾

<표 I-1> 분석대상 기술 분류

| 자료구분 | 국가 | 검색DB | 분석구간 | 검색범위 |
|------------------------|-----------------------------|---------|----------------------|--|
| 공개,등록특허 (공개,등록일 기준) | 한국특허 (KIPO) | Wips On | 1998.01 ~ 2017.12 | 특허 공개 및 등록 서지, 요약 및 대표 청구항 |
| | 미국특허 (USPTO) | | | 특허공개, 특허공개(공표/재공표), 특허등록 서지, 요약 및 대표 청구항 |
| | 일본특허 (JPO) | | | 특허 공개, 특허등록 서지, 요약 및 대표 청구항 |
| | 유럽특허 ²⁾ (EPO) | | | EP-A(Applications) 및 EP-B(Granted) 서지, 요약 및 대표 청구항 |
| | 국제출원 (WIPO) | | | 특허 공개, 서지 요약 및 대표 청구항 |

1) 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2018년~2019년 출원된 특허는 그 정량적 의미가 유효하지 않으므로 **정량분석은 ~2017년까지 한정함**.

2) 유럽 19개 각국 특허청 : 유럽특허제도는 유럽특허조약의 회원국 사이에서 유효한 유럽특허를 부여하기 위해 만들어진 제도로서 유럽특허조약(EPC : European Patent Convention)에 따라 유럽특허청(EPO)에서 운영함. 유럽특허청(EPO)에 출원함과 관계없이 유럽의 각국 특허청에 출원한 특허를 포함하여 분석함. (DE, FR, GB, AT, BE, CH, DD, DK, ES, FI, IE, IT, LU, MC, NL,

2-2. 분석대상 기술 및 검색식 도출

(1) 기술 분류체계

- 본 분석에서는 과제의 기술 설명서를 기초로 기술 분류를 확립하여 분석을 수행했으며, 그 내역은 아래의 <표 I-2>와 같음

<표 I-2> 분석대상 기술 분류

| 대분류 | 중분류 | 기술 정의 |
|--------------------------------|-------------------------|--|
| 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 | 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술 | - 무인항공기를 이용한 다중 갯벌 영상 제작 기술 - 갯벌 생물의 공간정보 구축 기술 |
| | 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술 | - 갯벌 생물 인공지능 객체인식 알고리즘 제작기술 - AI 딥러닝을 위한 갯벌 생물 인공지능 객체인식 기술 |

(2) 핵심 키워드 도출

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야의 기술 분류에 관하여 과제 담당자 및 연구원에게 제공받은 기술설명 자료를 바탕으로 키워드를 도출하였음

(3) 검색식 도출 과정

- 본 보고서에 사용된 검색식은 상기 방법을 통해 도출된 핵심키워드를 바탕으로 해당 기술 분류를 포함할 수 있는 검색식을 작성하였으며, 과제책임자의 검토를 반영하여 최종 검색식을 완성함

PT, RU, SE, SU)

(4) 검색식

- 도출한 키워드를 조합하여 기술별 검색식을 작성함
- 작성된 최종 검색식을 검색DB에 적용하여 얻은 로-데이터(Raw Data)의 건수는 다음 표와 같음

<표 I-3> 기술 분류체계에 따른 최종 검색식

| 대분류 | 중분류 | 검색식 | 검색 건수 | | | | | |
|--|-------------------------|---|-------|-------|-----|-----|-----|-------|
| | | | KIPO | USPTO | JPO | EPO | PCT | 합계 |
| 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 및 활용을 위한 연구 기획 | 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술 | (무인항공* (무인* adj 항공*) 무인비행* (무인* adj 비행*) 원격비행* (원격* adj 비행*) (무선* adj 비행*) 무인기* 드론* 헬리캠* (헬리* adj 캠*) 무인헬기* (무인* adj 헬기*) UAV DRONE* (unmanned adj aircraft* adj system*) (unmanned adj aerial adj vehicle*) (unmanned adj air* adj vehicle*) (remote* adj pilot* adj aircraft*) (aircraft* adj without adj human*) (unmanned adj flight* helicam* multi-copter multicopter)) and (다중센서 멀티센서 센서 촬영 sensor* multisensor multi-sensor photograph*) and (공간정보 데이터맵 "데이터 맵" 정보구축 영상 다중센서 "spatial information" "spatial data" spatialdata (construct* near4 information) "data map" image*) | 929 | 884 | 97 | 187 | 461 | 2,558 |
| | 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술 | ((갯벌생물 (갯벌 adj 생물) 해양 생물 (해양 adj 생물) 생태계 (수중 adj 생태계) (해양 adj 생태계) 저서생물 해양환경 "해양 환경 "mudflat "mud flat" "aquatic | 111 | 233 | 10 | 94 | 137 | 585 |

| 대분류 | 중분류 | 검색식 | 검색 건수 | | | | | 합계 |
|-----|-----------|--|--------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|
| | | | KIPO | USPTO | JPO | EPO | PCT | |
| | | ecosystem" benthos "benthic organisms" (underwater adj ecosystem) (marine near2 organism) (sea near2 organism*) (sea near2 environment*) (marine near2 environment)) and (공간정보 객체인식 지리정보 지형정보 분포 (object near3 recognition) "object detection" "geograph* adj information" "map data" distribution distribut* data information))) and (알고리즘 인공지능 딥러닝 확률기법 algorithm* method AI "artificial intelligence" "deep learning" probabilistic "probability method") | | | | | | |
| | 합계 | | 1,040 | 1,117 | 107 | 281 | 598 | 3,143 |

2-3. 유효특허 선별 기준 및 결과

(1) 유효특허 선별 기준

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술의 Raw Data(표 I-5 참조)에 대한 유효특허 선별 기준을 마련하여 적용함

<표 I-4> 분석대상 기술 분류

| 대분류 | 중분류 | 노이즈 제거 및 유효특허 추출기준 |
|--------------------------------|-------------------------|--|
| 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 | 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술 | <ul style="list-style-type: none"> - 무인항공기를 이용한 다중 갯벌 영상 제작 기술 - 갯벌 생물의 공간정보 구축 기술 |
| | 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술 | <ul style="list-style-type: none"> - 갯벌 생물 인공지능 객체인식 알고리즘 제작기술 - AI 딥러닝을 위한 갯벌 생물 인공지능 객체인식 기술 |

(2) 유효특허 선별 결과

<표 I-5> 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술의 유효특허 선별결과

| 대분류 | 중분류 | 유효데이터 건수 | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| | | KIPO | USPTO | JPO | EPO | PCT | 계 |
| 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 | 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술 | 150 | 451 | 28 | 62 | 137 | 828 |
| | 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술 | 23 | 62 | 5 | 23 | 44 | 157 |
| 총 계 | | 173 | 513 | 33 | 85 | 181 | 985 |

2-4. 특허기술동향조사 분석 방법



[그림 1-1] 특허기술동향조사 분석 방법

(1) 기술 분류 체계 수립

- 기관 또는 외부 기술자문위원의 자문을 받아 특허동향조사 사업목표에 합당한 기술 분류체계를 수립

(2) 기술 검색 식 작성

- 국내외 특허 기술동향을 충분히 파악할 수 있도록 충분한 기술 숙지를 통해 키워드를 기준으로 국문, 영문 검색식을 작성하고 기술자문의 검토를 통해 검색식의 정확성을 검증

(3) 특허데이터 조사

- 해당 기술분야에 대해 현재까지의 한국, 일본, 미국, 유럽, PCT 특허를 전문적으로 검색

○ 키워드 도출

- 수요자 요구에 따른 주요 기술요구 수렴으로 핵심 키워드 확보
- 선행 유사특허 원문의 키워드 차용을 통한 주요 키워드 확대
- 유사어 검색을 통한 키워드 확장

- 명칭, 요약, 청구항에 대한 별도의 키워드 도출
- 검색 키워드, 주요 출원인, 주요 발명자 정보를 통한 검색 확대

(4) Feedback

- 특허자료 조사 및 검색이 분석을 위해 합당한지의 여부를 전문가와 함께 검토하고 필요하면 기술 분류를 수정하거나 키워드 추가 및 검색식을 수정하여 재작업을 실시함

(5) 노이즈 제거

- 검색한 자료 중 해당 기술과 매칭되지 않은 자료는 제거하고, 세부기술을 재배치하는 단계로서, IPC 분류와 UPC 분류 등의 지표를 활용하면서 기술 내용을 점검하고, 전문가의 다단계 검토를 거쳐 노이즈를 제거함

(6) 정량분석

- 다양한 분석 기법을 적용하고 분석모델을 통한 특허 동향 분석을 실시하며, 도출된 세부 요소기술에 대해서는 더욱 상세한 특허분석을 실시함
- 특허기술 Landscape에서는 조사대상국인 한국, 미국, 일본 및 유럽에서의 주요시장국 기술개발 활동현황, 구간별 출원인수와 출원 건수의 증감정도의 분석을 통한 기술시장 성장단계파악을 통해 국가 간 기술경쟁력 현황 분석 등을 통해 국가별 Landscape를 분석함
- 또한, 상위 Top10의 다 출원인 도출을 통하여 주요 경쟁자 현황 및 IP로 본 주요시장국을 분석하고, 주요 경쟁자들의 기술력 및 주력 기술분야에 대한 파악을 통하여 경쟁자 Landscape를 분석함

(7) 주요특허분석

- 기업 연구원 또는 기술자문 위원이 주요특허를 선정하거나 또는 주요특허 선정 방법에 의해 선정 후 주요특허 분석을 실시함

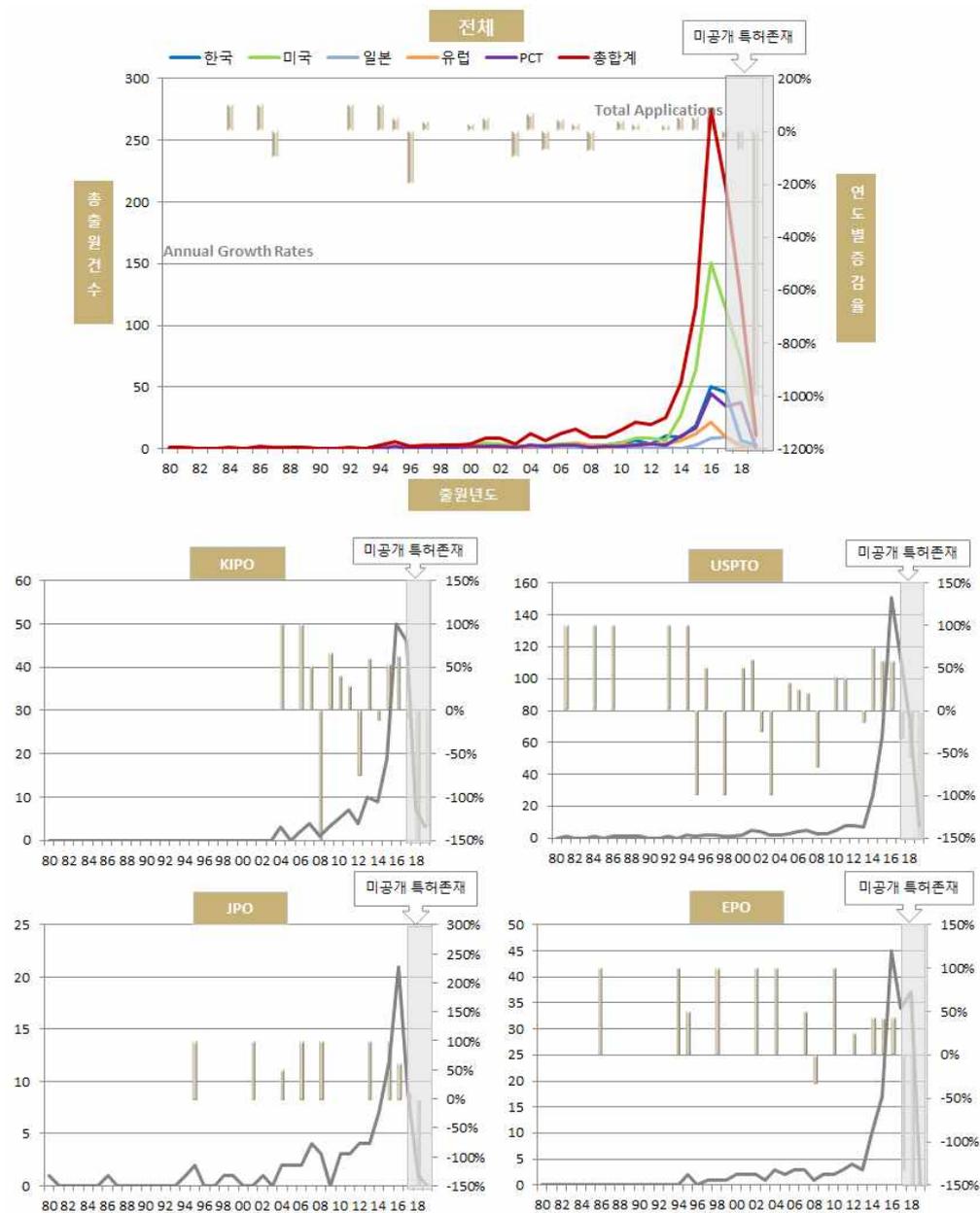
II. IP 정량 분석

1. 국가별 Landscape
2. 경쟁자 Landscape
3. 최근 구간 점유율 분석
4. 소결

1. 국가별 Landscape

1-1. 주요시장국 기술개발 활동현황

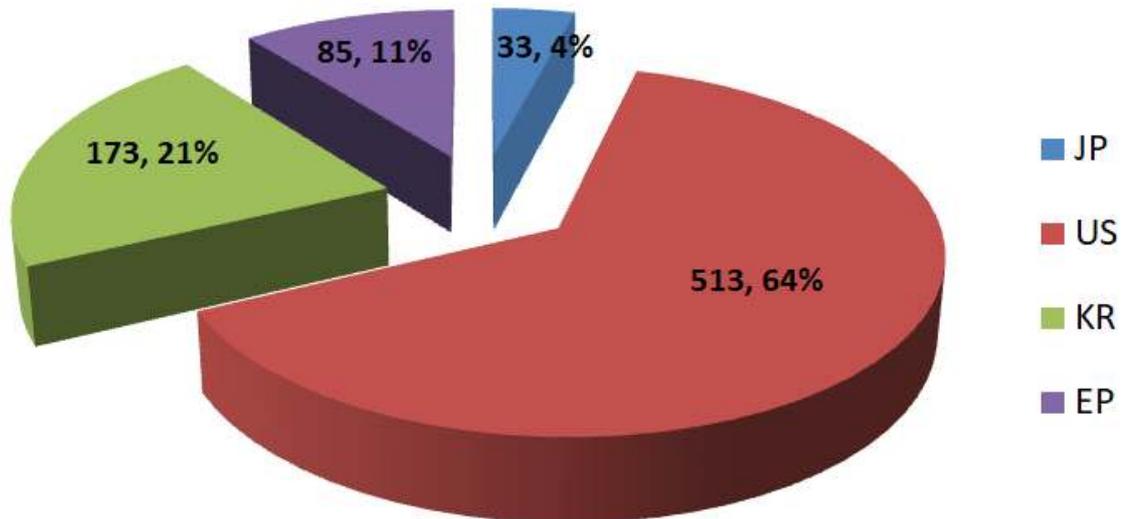
(1) 주요시장국 연도별 특허동향



<그림 II-1> 전체 연도별 동향

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야의 연도별 전체 특허동향을 거시적인 관점에서 살펴보면, 2013년까지는 출원 건수가 서서히 증가하다 2014년 이후 급격하게 증가하는 양상을 나타내고 있어 성장 가속도가 매우 높은 것으로 확인되며, 성장기 단계에 위치한 것으로 판단됨
- 또한, 전체적으로 살펴보면, 주로 기업에서 출원하는 것으로 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술은, 해양 공간의 효율적 관리에 대한 관심도 증가와 인공지능(AI) 및 드론기술의 연구활동이 증가하고 있어 R&D 투자가 증가하고 있는 경향도 반영된 것으로 예측됨
- 한국의 연도별 특허동향을 살펴보면, 2009년도를 기점으로 지속적인 증가세에 있으며, 2015년 이후 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술에 대한 특허출원이 지속적인 성장세가 이루어지는 것으로 분석됨
- 미국의 연도별 특허동향을 살펴보면, 1980년대 초반부터 출원이 이루어진 후, 2000년대 초반부터 지속적인 증가세에 있으며, 2014년을 기점으로 증가폭이 높게 나타나는 경향을 보이고 있어 꾸준한 연구개발이 진행되고 있는 것으로 분석되고 있음. 주요 시장국 중 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 미국의 특허동향이 전체 특허동향에 영향을 미치는 것으로 확인됨
- 일본의 연도별 특허동향을 살펴보면, 2000년도부터 출원 활동이 이루어지고 있으나, 출원 건수는 미비한 것으로 나타남
- 유럽의 연도별 특허동향을 살펴보면 1980년대 초반 특허출원이 이루어진 후 뚜렷한 활동은 보이고 있지 않다가 2004년을 기점으로 증가하는 경향을 보이고 있음. 유럽은 미국의 출원 활동에 영향을 받고 있는 것으로 보이고 있으며, 이는 유럽 특허 자체의 기술적 중요도를 고려하여 다출원 기관 및 유럽에 진출한 글로벌 기업의 출원 추세를 살펴볼 필요가 있음

(2) 국가별 특허 출원 현황

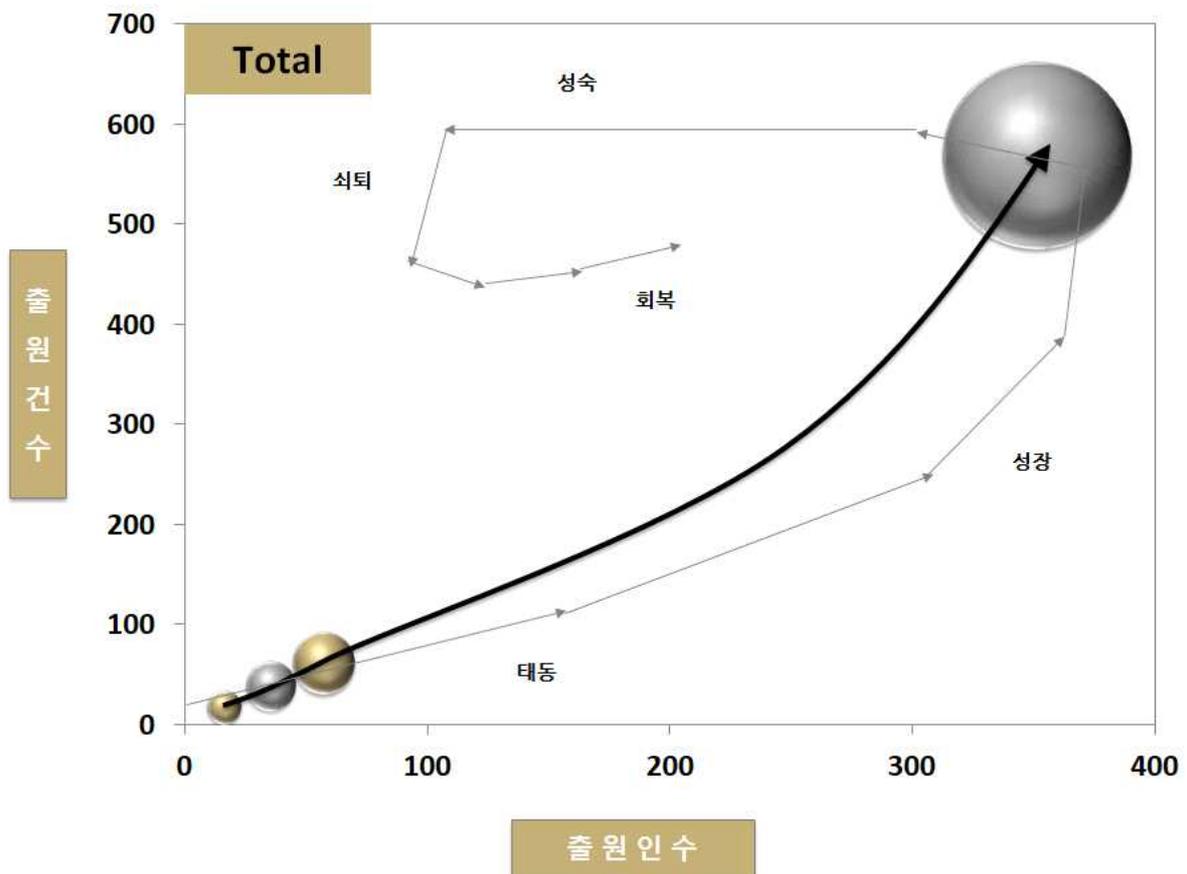


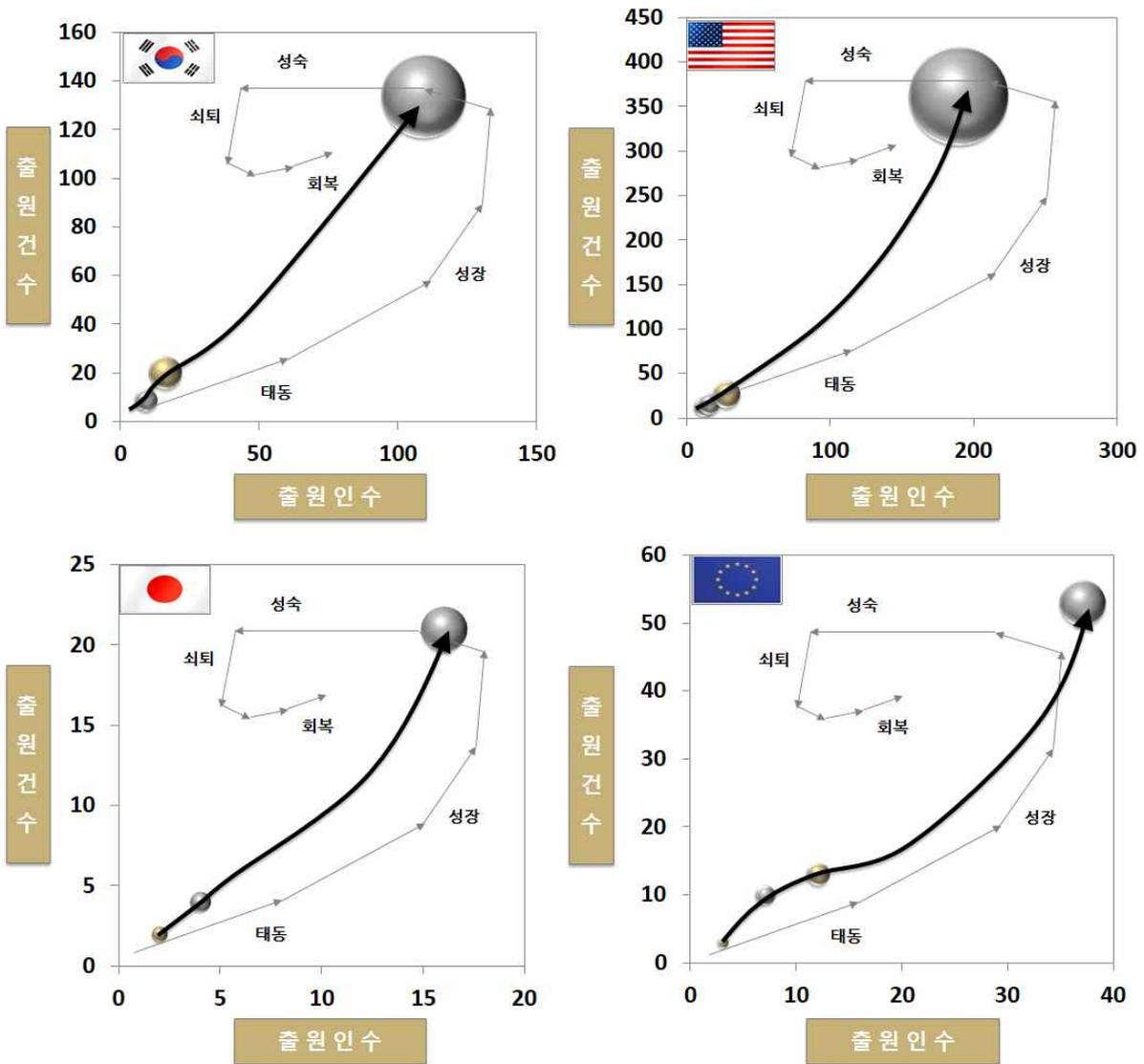
<그림 II-2> 국가별 출원 현황

- 그림 II-2는 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술에 대한 국가별 출원 점유현황을 나타내는 그래프로, 그림에 나타난 국가별 출원 점유현황을 보면, 미국이 513건, 64%의 비율로 우위를 나타내고 있고, 한국은 173건으로 21%, 유럽이 85건으로 11% 그리고, 일본이 33건 4%의 점유율을 나타내고 있어, 미국이 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야에 대한 기술 선도국으로 판단할 수 있음
- 미국의 경우, 해당기술에 대한 특허 출원 건수는 전체적으로 증가하는 양상을 나타내고 있으며, 또한 특허 점유율에서도 타 주요 시장국 보다 높게 나타나고 있고 최근까지 활발하게 출원 활동이 이루어진 것을 감안하면 해당 분야의 원천 기술 및 핵심 기술은 미국에 있을 것으로 판단됨
- 한국이 173건으로 21%의 특허 점유율을 나타내고 있어, 점유율면에서 유럽보다는 높

게 나타나고 있으며, 2013년 이후 급격한 출원 증가율을 나타내고 있고, 최근까지 활발한 출원 활동이 진행되고 있는 것으로 보아 해당 분야에 대한 기술 개발이 활발히 이루어지고 있는 것으로 예상할 수 있음

1-2. 기술시장 성장단계 파악





<그림 II-3> 국가별 기술 위치 포트폴리오

- 본 그래프는 전체 기술 위치의 포트폴리오를 나타낸 것으로, 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술의 특허기술 성장단계를 분석하고자, 전체 분석구간인 20년을 5년 단위 4개 구간으로 구분(1구간(1998년~2002년), 2구간(2003년~2007년), 3구간(2008년~2012년), 4구간(2013년~2017년))하여 설정하였음
- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야는 1구간(1998년~2002년)부터 3구간(2008년~2012년)까지 출원 건수와 출원인 수가 점진적으로 증가하다, 이후

4구간(2013년~2017년)에서 출원 건수 및 출원인 수가 급격히 증가하는 경향을 나타내고 있어 출원 활동이 활발히 이루어지고 있는 것으로 판단되어, 특허기술을 기반으로 한 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술의 성장단계는 성장기에 위치한 것으로 분석됨

- [KPO] 포트폴리오로 나타난 한국특허의 기술위치는 2구간(2003년~2007년)부터 3구간(2008년~2012년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 꾸준히 증가하다, 4구간(2013년~2017년)에서 출원 건수와 출원인의 수가 급격히 증가하는 추세로 성장기 단계에 위치하는 것으로 판단됨. 또한 이 시기에 급격한 기술 개발이 이루어지고 있는 것으로 분석됨
- [USPTO] 포트폴리오로 나타난 미국특허의 기술위치는 한국과 유사하게 1구간(1998년~2002년)부터 3구간(2008년~2012년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 다소 서서히 증가하다, 4구간(2013년~2017년)에서 출원 건수와 출원인의 수가 급격히 증가하는 추세로 성장기 단계에 위치하는 것으로 해석할 수 있음
- [JPO] 일본의 경우, 한국 및 미국과 유사하게 4구간(2013년~2017년)에서 출원 건수와 출원인의 수가 급격히 증가하는 양상을 나타내고 있으나, 출원 건수 및 출원인 수가 많지 않아 정확한 기술위치를 설명하는데 한계점이 존재함. 다만 출원 활동이 꾸준히 이루어지고 있는 것을 감안하면, 출원 건수 및 출원인수가 이후 구간에서 증가할 수 있는 여지가 있을 것으로 예측됨
- [EPO] 유럽특허의 기술위치는 한국 및 미국과 유사하게 1구간(1998년~2002년)부터 3구간(2008년~2012년)까지 출원 건수와 출원인의 수는 서서히 증가하다 4구간(2013년~2017년)에서 출원인의 수의 증가폭이 크게 나타나는 경향을 보이고 있어, 유럽의 특허기술 성장단계는 성장기에 위치하는 것으로 해석할 수 있음. 다만 유럽의 경우 타 주요 시장국의 해외 출원 여부에 영향을 받을 수 있기 때문에 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단됨

2. 경쟁자 Landscape

2-1. 주요 출원인 현황

<표 II-1> 경쟁자 Landscape

| 출원인 | 분석항목 출원인 국적 | 주요 IP시장국(건수,%) | | | | | IP시장국 종합 |
|---|-------------------|----------------|--------------|------------|--------------|-------------|-------------|
| | | 한국 | 미국 | 일본 | 유럽 | IP시장국 종합 | |
| | | KIPO | USPTO | JPO | EPO | | |
| SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 중국 | 0 0.00% | 40 75.47% | 1 1.89% | 12 22.64% | 미국/유럽 | |
| Amazon Technologies, Inc. | 미국 | 0 0.00% | 29 100% | 0 0.00% | 0 0.00% | 미국 | |
| International Business Machines Corporation | 미국 | 0 0.00% | 23 100% | 0 0.00% | 0 0.00% | 미국 | |
| PARROT DRONES | 프랑스 | 0 0.00% | 12 75.00% | 1 6.25% | 3 18.75% | 미국/유럽 | |
| QUALCOMM Incorporated | 미국 | 1 6.67% | 13 86.67% | 0 0.00% | 1 6.67% | 미국 | |
| Unmanned Innovation, Inc. | 미국 | 0 0.00% | 13 100% | 0 0.00% | 0 0.00% | 미국 | |
| Intel Corporation | 미국 | 0 0.00% | 6 75.00% | 0 0.00% | 2 25.00% | 미국 | |
| THE BOEING COMPANY | 미국 | 0 0.00% | 4 50.00% | 0 0.00% | 4 50.00% | 미국/유럽 | |
| Honeywell International Inc. | 미국 | 0 0.00% | 2 33.33% | 0 0.00% | 4 66.67% | 유럽 | |
| AEROVIRONMENT, INC. | 미국 | 0 0.00% | 5 100% | 0 0.00% | 0 0.00% | 미국 | |

* 해당 출원인의 출원수 중 주요 출원국가의 출원비중 중 10% 이상인 국가(대분류 대상 상위 10개 출원인)

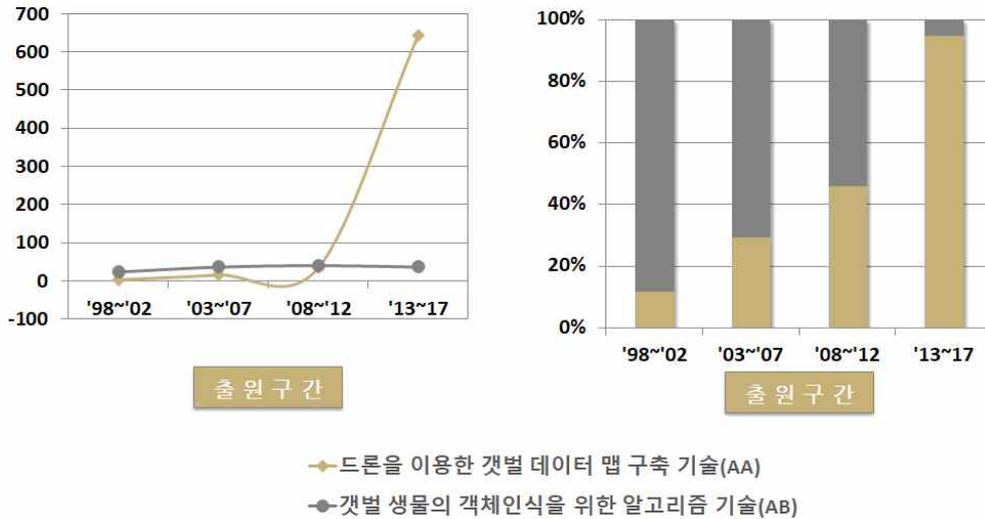
- 유효 특허를 기준으로, 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야의 주요 다출원인 Top10을 추출한 결과, 중국의 SZ DJI TECHNOLOGY CO.,LTD가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 미국의 Amazon Technologies,Inc.와

International Business Machines Corporation, 프랑스의 PARROT DRONES 등이 이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남. 특히, 주요출원인 Top10 중 미국 국적의 출원인이 8명, 중국 국적 및 유럽(프랑스) 국적의 출원인이 각각 1명으로 나타나 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야에서 미국기업이 두각을 나타내는 것으로 분석됨

- 이들 주요출원인들의 주요 시장국과 최근 연구활동 및 기술력, 주력 기술분야의 파악을 위하여, 주요 시장국별 출원 건수를 비교분석한 결과, 주요출원인들은 대부분 자국 시장에서 활발한 특허활동을 하고 있는 것으로 나타나고 있으며, 다출원인 1위의 SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD는 주요 시장국에 고르게 진출하고 있는 것으로 나타남
- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야에서는 다출원인 Top10 중 미국의 기업들이 상위에 대부분 랭크되어 있어 미국의 주요출원인들이 국제 시장에서의 연구개발을 주도하고 있는 것으로 분석됨

3. 최근 구간 점유율 분석

- 그림 II-6은 중분류별로 연도 구간별 특허기술의 출원 경향을 나타낸 것인데, 기술별 점유율 분석을 나타낸 것임. 왼쪽의 그래프는 출원 건수를 통한 절대치를 나타내며, 오른쪽 그래프는 연도구간별 상대 비교를 보여주고 있음



<그림 II-6> 기술별 점유율 분석

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야 중에서 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술은 꾸준한 출원 경향을 나타내고 있는 반면, 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술의 경우 2008년~2012년 구간 이후 급격하게 출원 활동이 증가하는 경향을 보이고 있음
- 1998년~2002년 구간에서 2008년~2012년 구간까지 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술이 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술에 비해 출원 점유율이 높게 나타났으나, 2013년~2017년 구간에서는 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술의 출원 점유율이 압도적으로 높게 나타나고 있음

| | 전체구간 건수 | 최근구간 건수 | 점유율 (%) |
|---------------------------------------|------------|------------|---------------|
| [AA] 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술 | 695 | 643 | 92.51% |
| [AB] 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술 | 135 | 36 | 26.67% |
| 전체 (중분류) | 830 | 679 | 81.80% |

4. 소결

특허출원동향

- [조사대상국 전체] 「무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술」 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 조사대상기술과 관련된 특허들이 1980년대부터 등장하기 시작하였으며 2000년대 중반 이후 본격적인 특허출원 활동들이 나타나기 시작하였음. 이후 현재까지 지속적이고 급격한 출원 건수의 상승이 나타남
- 주요 분석국인 한국, 미국, 일본, 유럽 등 모든 국가에서 지속적으로 관련기술의 출원이 증가하는 추세이며, PCT 출원 또한 증가하는 추세로 나타남. 특히 한국의 경우 출원 증가율이 높아 기술선도국과의 격차를 줄이기 위하여 관련분야의 연구개발이 활발하며, 관련특허 확보에 집중하고 있는 것으로 풀이됨

기술시장 성장단계

- 구체적으로 살펴보면, 1구간(1998년~2002년)부터 3구간(2008년~2012년)까지 출원 건수와 출원인 수가 계속 꾸준히 증가하다, 4구간(2013년~2017년)에서 출원 건수 및 출원인 수의 급격한 증가가 나타나고 있음. 포트폴리오로 나타낸 특허의 기술위치는 성장기에 위치한 것으로 판단됨

다 출원인 현황

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야의 주요 다출원인 Top10을 추출한 결과, 중국의 SZ DJI TECHNOLOGY CO.,LTD가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 미국의 Amazon Technologies,Inc.와 International Business Machines Corporation, 프랑스의 PARROT DRONES 등이 이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남
- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야에서는 다출원인 Top10 중 미국의 기업들이 상위에 대부분 랭크되어 있어 미국의 주요출원인들이 국제 시장에서의 연구개발을 주도하고 있는 것으로 분석됨

최근 구간 점유율 분석

- 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야 중에서 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술은 꾸준한 출원 경향을 나타내고 있는 반면, 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술의 경우 2008년~2012년 구간 이후 급격하게 출원 활동이 증가하는 경향을 보이고 있음. 특히 2013년~2017년 구간에서 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술의 출원 점유율이 압도적으로 높게 나타나고 있음

Ⅲ. 주요특허

1. 주요특허 분석
2. 유효특허 리스트

1. 주요특허 분석

1-1. 주요특허 추출

- 기술 연구원과의 논의를 거쳐 주요특허를 추출하였음
- 주요특허 선별기준은 다음과 같음
 - ① 개발 기술 범위의 특허
 - ② 최신특허
 - ③ 등록된 특허
 - ④ 위 사항에 해당하지 않더라도 특허기술내용에 따라 살펴볼 필요가 있는 특허

1-2. 주요특허 리스트

| No | 상태 | 국가 | 분야 | 출원번호 | 발명의 명칭 | 출원인 |
|----|----|----|----|-----------------|--|-------------|
| 1 | 등록 | KR | AA | 10-2017-0021185 | 드론을 활용한 갯벌 지역에서의 갯골 정보 추출 장치 및 방법 | 목포대학교 산학협력단 |
| 2 | 등록 | KR | AA | 10-2017-0171573 | 드론을 이용한 지하시설물의 위치정보 수집방법 | (주)한성개발공사 |
| 3 | 등록 | KR | AA | 10-2017-0140245 | 3차원 문화재 모델 구축 방법 | (주)아세아향측 |
| 4 | 등록 | KR | AA | 10-2017-0133627 | 항공촬영 영상물을 기초로 제작된 수치지도의 업그레이용 공간영상도화 시스템 | (주)태영정보시스템 |
| 5 | 등록 | KR | AA | 10-2014-0021506 | 무인 항공기 영상과 지도 영상에 대한 영상 정합 장치 및 방법 | 주식회사 한화 |
| 6 | 거절 | KR | AB | 10-2013-0141695 | 해양환경 정보 수집 장치 및 수집 방법 | 국방과학연구소 |
| 7 | 등록 | KR | AB | 10-2011-0144036 | 지공간사건발생 예측 시스템 및 방법 | 한국지질자원연구원 |
| 8 | 거절 | KR | AB | 10-2010-0033845 | 지리정보시스템 및 확률 기법을 이용한 갯벌 저서 생물 분포 예측시스템 및 | 한국지질자원연구원 |

| | | | | | | |
|---|----|----|----|---------------------|--|-------------|
| | | | | | 이를 이용한 갯벌 저서생 물 분포 예측방법 | |
| 9 | 등록 | KR | AB | 10-2007-00 30316 | 통합환경관리를 위한 위 해성 예측 시스템 및 방 법, 그리고 이 방법을 구 현할 수 있는 컴퓨터 판 독 가능한 프로그램이 기 록된 기록매체 | 한국화학연 구원 |

1-3. 주요특허 기술 요지서

(1) KR 10-1924278 B1

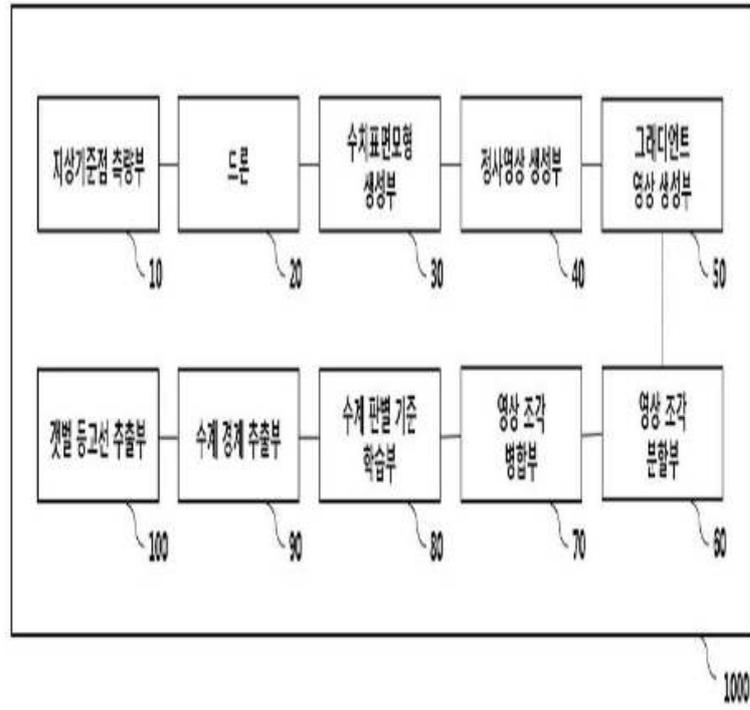
| | | | |
|---------------|--|-------------|------------|
| 발명의 명칭 | 드론을 활용한 갯벌 지역에서의 갯골 정보 추출 장치 및 방법 | | AA |
| 출원번호 | 10-2017-0021185 | 출원일 | 2017.02.16 |
| 출원인 | 목포대학교 산학협력단 | 출원국가 | 한국 |
| 요약 | <p>본 발명의 일 실시예에 따른 드론을 활용한 갯벌 지역에서의 갯골 정보 추출 장치는, DGPS(Differential Global Positioning System) 측량 결과를 이용하여 갯벌 지역의 지상기준점 측량을 수행하기 위한 지상기준점 측량부, 항공삼각측량을 위해서, 일정 시간 간격으로 갯벌 지역에 대한 항공영상을 촬영하기 위한 드론, 촬영된 항공영상을 이용하여 수치표면모형을 생성하기 위한 수치표면모형 생성부, 생성된 수치표면모형 및 측량된 지상기준점을 이용하여 정사영상을 생성하기 위한 정사영상 생성부, 생성된 정사영상에서 주변 화소와의 밝기값 차이를 이용하여 그래디언트(gradient) 영상을 생성하기 위한 그래디언트 영상 생성부, 생성된 그래디언트(gradient) 영상에 watershed 알고리즘을 적용하여 복수의 영상 조각으로 분할하기 위한 영상 조각 분할부, 복수의 영상 조각 각각에 대하여, 인접한 영상 조각들의 분광 특성이 일정 유사도 이상인 경우 인접한 영상 조각을 병합하기 위한 영상 조각 병합부, 영상 조각 병합부를 통하여 획득된 영상 조각별로 각각의 조각을 구성하는 화소들의 특성을 추출하고 분석하여 수계 판별 기준을 학습하기 위한 수계 판별 기준 학습부, 학습된 수계 판별 기준을 이용하여, 획득된 영상 조각들에서 수계 지역을 구분하고, 구분된 수계 지역의 영상 조각들을 객체 인접성 분석을 통하여 병합하여, 수계 경계를 추출하기 위한 수계 경계 추출부 및 추출된 수계 경계를 시간대별로 중첩하여 갯벌 지역의 등고선을 추출하기 위한 갯벌 등고선 추출부를 포함할 수 있다.</p> | | |
| 대표청구항 | <p>드론을 활용한 갯벌 지역에서의 갯골 정보 추출 장치에 있어서, DGPS(Differential Global Positioning System) 측량 결과를 이용하여 갯벌 지역의 지상기준점 측량을 수행하기 위한 지상기준점 측량부; 항공삼각측량을 위해서, 일정 시간 간격으로 상기 갯벌 지역에 대한 항공영상을 촬영하기 위한 드론; 상기 촬영된 항공영상을 이용하여 수치표면모형을 생성하기 위한 수치표면모형 생성부; 상기 생성된 수치표면모형 및 상기 측량된 지상기준점을 이용하여 정사영상을 생성하기 위한 정사영상 생성부; 상기 생성된 정사영상에서 소정의 영역의 화소와 상기 소정의 영역을 둘러싸고 있는 주변 화소와의 밝기값 차이를 이용하여 그래디언트(gradient) 영상을 생성하기 위한 그래디언트 영상 생성부; 상기 생성된 그래디언트(gradient) 영상에 watershed 알고리즘을 적용하여 복</p> | | |

수의 영상 조각으로 분할하기 위한 영상 조각 분할부;
 상기 복수의 영상 조각 각각에 대하여, 인접한 영상 조각들의 분광 특성이 일정 유사도 이상인 경우 상기 인접한 영상 조각을 병합하기 위한 영상 조각 병합부;
 상기 영상 조각 병합부를 통하여 획득된 영상 조각별로 각각의 조각을 구성하는 화소들의 특성을 추출하고 분석하여 수계 판별 기준을 학습하기 위한 수계 판별 기준 학습부;
 상기 학습된 수계 판별 기준을 이용하여, 상기 획득된 영상 조각들에서 수계 지역을 구분하고, 상기 구분된 수계 지역의 영상 조각들을 객체 인접성 분석(object adjacency analysis)을 통하여 병합하여, 수계 경계를 추출하기 위한 수계 경계 추출부; 및
 상기 추출된 수계 경계를 시간대별로 중첩하여 갯벌 지역의 등고선을 추출하기 위한 갯벌 등고선 추출부를 포함하며,
 상기 영상 조각 병합부는, Full Lambda Schedule 기법을 사용하여 상기 분할된 복수의 영상 조각들의 평균 분광 벡터를 계산하여 유사도를 측정하고, 상기 측정된 유사도를 크기 순으로 누적하여 상위 소정의 퍼센트(%) 값을 가지는 유사도를 임계값으로 결정하며, 상기 결정된 임계값보다 큰 유사도를 가지는 영상 조각들을 병합하고,
 상기 Full Lambda Schedule 기법은 아래의 수학적식으로 표현되며,

$$s_{i,j} = \frac{\frac{|O_i| \cdot |O_j|}{|O_i| + |O_j|} \cdot \|u_i - u_j\|^2}{length(\delta(O_i, O_j))}$$

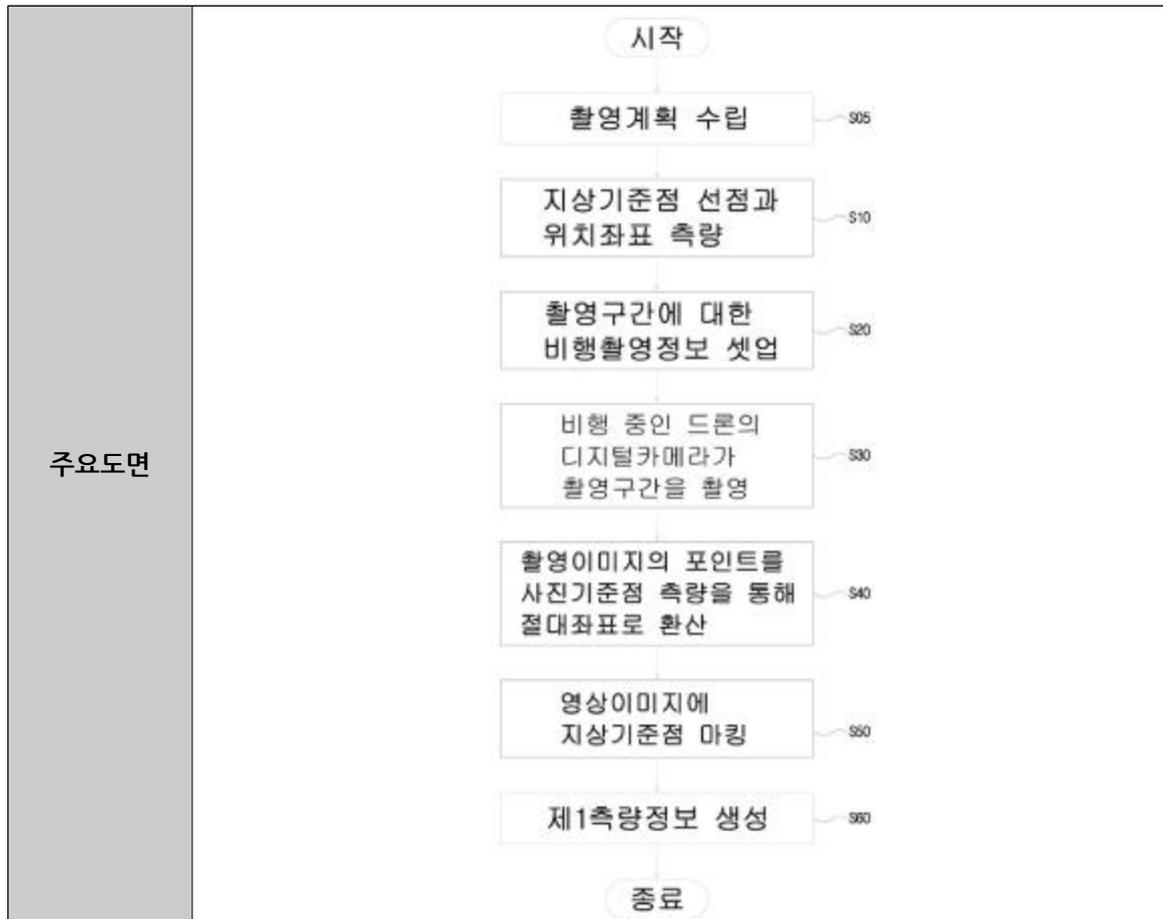
상기 i 는 Q_i 번째 영상 조각, Q_j 는 상기 Q_i 의 면적, u_i 는 상기 Q_i 의 평균 분광 특성 벡터 및 $length(\delta(O_i, O_j))$ 는 상기 Q_i 와 Q_j 의 연결 경계의 길이인 것을 특징으로 하는 드론을 활용한 갯벌 지역에서의 갯골 정보 추출 장치.

주요도면



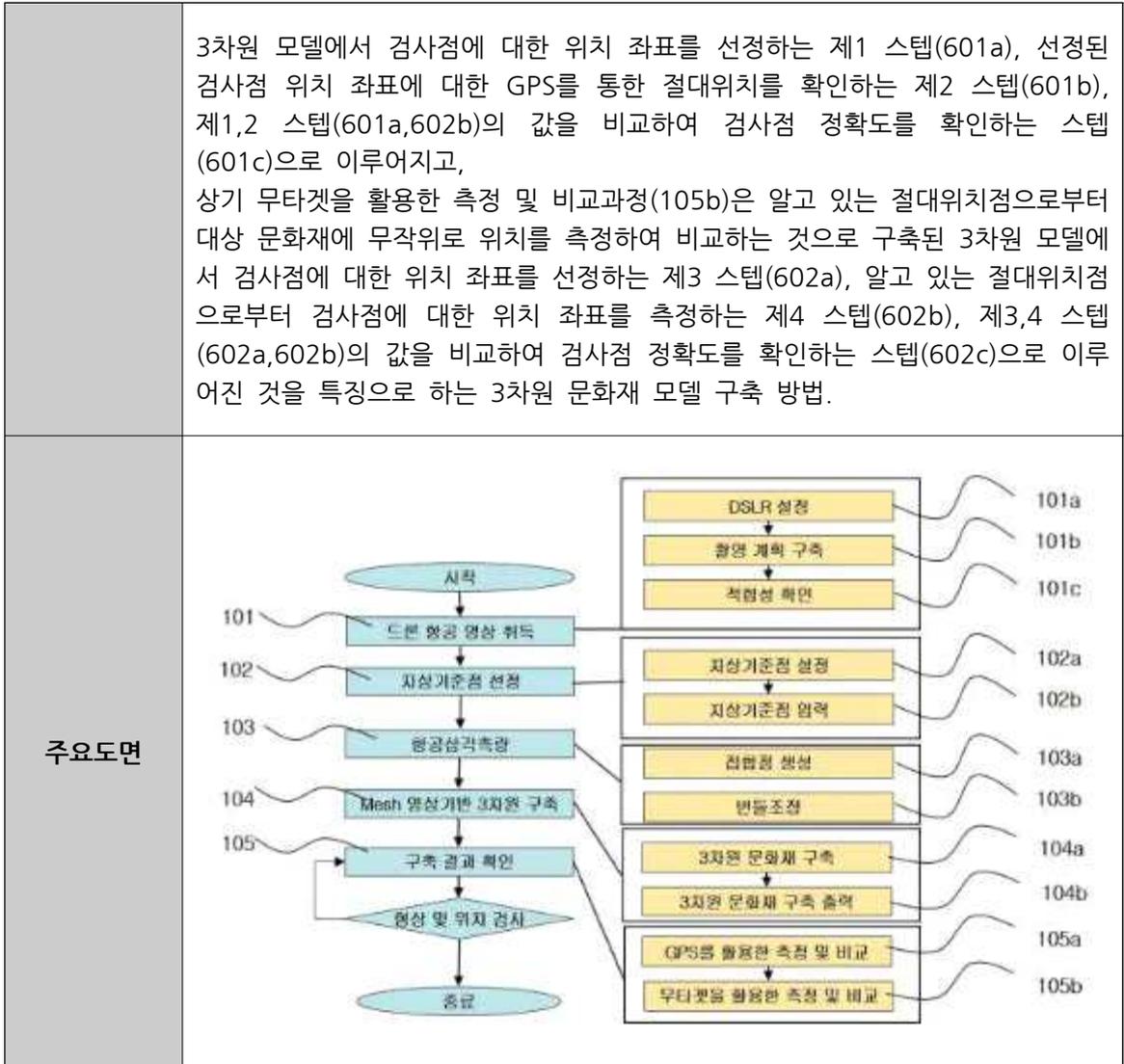
(2) KR 10-1884920 B1

| | | | |
|--------|---|------|------------|
| 발명의 명칭 | 드론을 이용한 지하시설물의 위치정보 수집방법 | | AA |
| 출원번호 | 10-2017-0171573 | 출원일 | 2017.12.13 |
| 출원인 | (주)한성개발공사 | 출원국가 | 한국 |
| 요약 | <p>본 발명은 지하시설물의 위치정보 수집방법에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로는 드론을 이용한 항공촬영을 통해서 지하시설물의 시공 작업과 동시에 해당 지하 시설물의 위치 정보를 수집하여 지하시설물도 구축을 위한 위치정보를 효율적으로 수집할 수 있는 드론을 이용한 지하시설물의 위치정보 수집방법에 관한 것으로, 드론의 촬영구간에서 위치가 변하거나 망실하지 않는 다수의 지점을 각각 지상기준점으로 선점하고, 상기 지점의 위치좌표를 측량하는 제1단계; 상기 촬영구간에 관한 비행촬영정보가 상기 드론의 제어모듈에 셋업되는 제2단계; 상기 비행촬영정보에 따라 상기 드론이 상기 촬영구간인 지하시설물의 설치구역을 비행하면서, 상기 드론의 디지털카메라가 상기 촬영구간을 촬영하며 촬영이미지를 생성하는 제3단계; 이미지프로세싱 장비가 상기 촬영이미지에 구성된 포인트들의 위치좌표 각각을 사진기준점 측량을 통해 절대좌표로 환산하는 제4단계; 상기 이미지프로세싱 장비가 촬영이미지를 영상화 및 접합해서 영상이미지로 생성하고, 상기 영상이미지에 상기 지상기준점을 마킹하는 제5단계; 상기 영상이미지에 마킹된 상기 지상기준점을 기준으로 사진기준점을 상호 연산해서, 상기 영상이미지에 대한 DEM과 DSM과 정사영상 중 선택된 하나 이상의 제1측량정보를 생성하는 제6단계;를 포함하는 것이다.</p> | | |
| 대표청구항 | <p>드론의 촬영구간에서 위치가 변하거나 망실하지 않는 다수의 지점을 각각 지상 기준점으로 선점하고, 상기 지점의 위치좌표를 측량하는 제1단계; 상기 촬영구간에 관한 비행촬영정보가 상기 드론의 제어모듈에 셋업되는 제2단계; 상기 비행촬영정보에 따라 상기 드론이 상기 촬영구간인 지하시설물의 설치구역을 비행하면서, 상기 드론의 디지털카메라가 상기 촬영구간을 촬영하며 촬영이미지를 생성하는 제3단계; 이미지프로세싱 장비가 상기 촬영이미지에 구성된 포인트들의 위치좌표 각각을 사진기준점 측량을 통해 절대좌표로 환산하는 제4단계; 상기 이미지프로세싱 장비가 촬영이미지를 영상화 및 접합해서 영상이미지로 생성하고, 상기 영상이미지에 상기 지상기준점을 마킹하는 제5단계; 및 상기 영상이미지에 마킹된 상기 지상기준점을 기준으로 사진기준점을 상호 연산해서, 상기 영상이미지에 대한 DEM과 DSM과 정사영상 중 선택된 하나 이상의 제1측량정보를 생성하는 제6단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론을 이용한 지하시설물의 위치정보 수집방법.</p> | | |



(3) KR 10-1863188 B1

| | | | |
|--------|--|------|------------|
| 발명의 명칭 | 3차원 문화재 모델 구축 방법 | | AA |
| 출원번호 | 10-2017-0140245 | 출원일 | 2017.10.26 |
| 출원인 | (주)아세아항공측 | 출원국가 | 한국 |
| 요약 | <p>본 발명은 3차원 문화재 모델 구축 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 디지털 카메라인 DSLR을 이용하여 항공 촬영을 통해 취득한 RGB 영상을 기준으로 3차원 건축물 문화재 모델을 구축하며, 기존 3차원 레이저 스캐너 구축방법보다 낮은 접근성과 효율성, 경제성을 보완할 수 있도록 3차원 구축 방식 중 메시(Mesh) 영상기반 정합방법을 활용하여 구축함으로써 3차원 레이저 스캐너보다 구축시간의 신속성, 높은 미려성 등을 가진 문화재를 구축할 수 있도록 한 3차원 문화재 모델 구축 방법에 관한 것이다.</p> | | |
| 대표청구항 | <p>드론을 활용하여 문화재에 대한 항공 RGB 영상을 취득하기 위해 항공 촬영전에 DSLR을 설정하는 과정(101a)과, 항공촬영 대상지역을 중복 RGB 영상으로 취득하기 위해 촬영계획을 구축하는 과정(101b)과, 드론을 활용하여 항공 RGB 영상 취득 후 적합성을 확인하는 과정(101c)으로 이루어진 항공영상 취득단계(101);</p> <p>항공촬영 전에 항공촬영 대상지역에 대해 지상기준점(Ground Control Point) 위치를 설정하는 과정(102a)과, 항공촬영을 통해 취득된 문화재 영상인 항공 RGB 영상에 상기 설정과정을 통해 설정된 지상기준점을 입력하는 과정(102b)으로 이루어진 지상기준점 선정단계(102);</p> <p>지상기준점을 기준으로 항공촬영된 항공 RGB 영상에서 지상기준점과 중복된 지점을 접합점으로 생성하는 과정(103a)과, 접합점이 생성된 여러 개의 영상에 대한 3차원 위치 및 지상기준점을 기준으로 카메라의 항공촬영시 위치 좌표를 항공 RGB 영상에서 조정하는 과정인 번들 조정을 실행하는 과정(103b)으로 이루어지고,</p> <p>상기 접합점을 생성하는 과정(103a)은 항공 RGB 영상에서 중복된 영상을 선정하는 스텝(401a), 중복된 지점을 접합점으로 선정하는 스텝(401b), 접합점을 생성하는 스텝(401c)을 거쳐 접합점에 대한 지상좌표를 구하고 그 접합점을 지상기준점으로 삼아 항공 RGB 영상의 절대표정을 결정하는 항공삼각측량(AeroTriangulation) 단계(103);</p> <p>절대표정된 좌표정보를 이용하여 3차원 모델 구축용 OBJ, DAE, 3MX를 포함한 3차원 모델을 표현할 수 있는 모델 파일 포맷을 통해 3차원 문화재 모델을 구축하는 단계(104); 및</p> <p>구축된 3차원 문화재 모델에 대한 위치정확도를 확인하기 위해 GPS를 활용한 측정 및 비교과정(105a)과, 무타겟을 활용한 측정 및 비교과정(105b)으로 이원화시켜 검증하는 완료단계(105)로 이루어지되,</p> <p>상기 GPS를 활용하는 절대위치 측정 및 비교과정(105a)은 위성으로부터 위치에 대한 신호를 받아 절대위치를 결정하는 값을 측정하고 비교하는 것으로 구축된</p> | | |



(4) KR 10-1815261 B1

| | | | |
|--------|---|------|------------|
| 발명의 명칭 | 항공촬영 영상물을 기초로 제작된 수치지도의 업그레이드용 공간 영상도화 시스템 | | AA |
| 출원번호 | 10-2017-0133627 | 출원일 | 2017.10.13 |
| 출원인 | (주)태영정보시스템 | 출원국가 | 한국 |
| 요약 | <p>본 발명은 항공촬영 영상물을 기초로 제작된 수치지도의 업그레이드용 공간영상도화 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 드론을 이용하여 특정 지역을 주기적으로 촬영하여 해당 지역에 대한 영상도화용 이미지를 수시로 업데이트할 수 있어 특정 지역의 지리정보를 실시간으로 업그레이드할 수 있을 뿐만 아니라, 필요할 때 수시로 비행할 수 있으며 고비용을 지출하지 않고도 저렴한 비용으로 해당 지역에 대한 영상이미지를 안정적으로 획득할 수 있는 항공촬영 영상물을 기초로 제작된 수치지도의 업그레이드용 공간영상도화 시스템에 관한 것이다.</p> | | |
| 대표청구항 | <p>기준국(100)과, 드론(200)과, 영상이미지처리센터(300)를 포함하는 항공촬영 영상물을 기초로 제작된 수치지도의 업그레이드용 공간영상도화 시스템에 있어서; 상기 기준국(100)은 GPS안테나(111)를 갖추고서, GPS인공위성(G)로부터 위치값을 수신받는 GPS수신기(110)와, GPS수신기(110)로부터 전달받은 현재의 위치값과 저장된 절대값을 상호 연산하여 GPS보정값을 출력하는 제어부(120)와, DGPS(Differential GPS)안테나(131)를 갖추고서, 제어부(120)로부터 GPS보정값을 전달받아 외부로 무선송출하는 DGPS송신기(130)를 포함하며;</p> <p>상기 드론(200)은 제어유닛(210)과, 상기 제어유닛(210)의 제어하에 무선통신을 수행하는 송수신기(290)와, 상기 제어유닛(210)과 연결되어 제어신호를 입력하고 구동상태를 출력하는 입출력유닛(ID)을 구비하되,</p> <p>상기 제어유닛(210)은 영상이미지 획득을 위한 카메라(211)와: 드론(200)이 위치한 고도를 측정하여 드론(200)의 비행을 제어하는 고도계(212)와: 상기 드론(200)이 호버링할 수 있도록 상기 제어유닛(210)의 제어신호에 따라 자세를 제어하도록 자이로스코프로 된 자세제어기(213)와: 획득된 영상이미지를 저장하는 드론메모리(214)와: DGPS수신기(291)로부터 받은 GPS보정값을 이용하여 GPS안테나(292a)의 정밀위치 연산을 통해 드론(200)의 위치를 정밀하게 확인하는 연산기(215)를 포함하고, 상기 송수신기(290)는 DGPS안테나(291a)를 갖추고서 기준국(100)의 DGPS송신기(130)로부터 GPS보정 값을 수신받는 DGPS수신기(291)와: GPS안테나(292a)를 갖추고서 GPS위성(G)으로부터 현재 위치값을 수신받는 GPS수신기(292)와: 카메라(211)로부터의 영상 및 현재 위치신호를 송출하는 송신기(293)를 갖춰 상기 제어유닛(210)의 제어하에 상기 드론메모리(214)에 저장된 카메라(211)의 촬영 영상이미지를 영상이미지처리센터(300)로 송출하도록 구성되며;</p> <p>상기 영상이미지처리센터(300)는 드론(200)으로부터 촬영 영상이미지 및 드론 위치신호를 수신하는 수신기(310)와: 상기 수신기(310)를 통해 받은 촬영영상이미지를 영상처리하는 이미지처리기(320)를 포함하되,</p> | | |

상기 이미지처리기(320)는 카메라(211)가 수집한 영상이미지를 저장하는 영상이미지DB(321)와: 영상이미지를 기초로 도화된 도화이미지를 저장하는 도화이미지DB(322)와: 다수의 영상이미지를 합성 및 편집하는 이미지편집모듈(323)과: 영상이미지 또는 도화이미지에 GPS좌표를 합성하는 좌표합성모듈(324)과: 영상이미지를 기초로 도화이미지를 작성하는 영상도화모듈(325):을 구비하며;

상기 드론(200)은 원반형태의 드론몸체(220)를 구비하고, 상기 드론몸체(220)의 하면에는 엔진챔버(230)가 고정되며, 상기 엔진챔버(230)의 저면 중심에는 카메라(211)가 장착되고, 상기 엔진챔버(230)의 저면 외곽에는 랜딩기어(LG)가 설치되며, 상기 엔진챔버(230) 내부에는 LPG를 연료로 사용하는 초소형 가스터빈발전기(240)가 설치되고, 상기 드론몸체(220)의 상면 중앙에는 원통형상으로 요입된 축전지설치홈(250)이 형성되며, 상기 축전지설치홈(250)의 양측에는 공기가 채워지는 부력챔버(260)가 형성되고, 상기 부력챔버(260)의 일측에는 제어유닛(210)이 설치되며, 상기 축전지설치홈(250)에는 초소형 가스터빈발전기(240)에 의해 생산된 전기를 축전하는 축전지(270)가 장착되고, 상기 축전지설치홈(250)과 축전지(270) 사이에는 단열패드(272)가 개재되며, 상기 랜딩기어(LG)의 하면에는 고정되는 상부판스프링(PSP1)이 고정되고, 랜딩받침대(SUP)의 상면에는 하부판스프링(PSP2)이 고정되며, 상기 상부판스프링(PSP1)과 하부판스프링(PSP2) 사이에는 코일스프링(COIL)이 개재되어 상부판스프링(PSP1)과 하부판스프링(PSP2)을 결속하고, 상기 상부판스프링(PSP1)과 하부판스프링(PSP2)은 볼록한 부분이 서로 마주보게 배치되며;

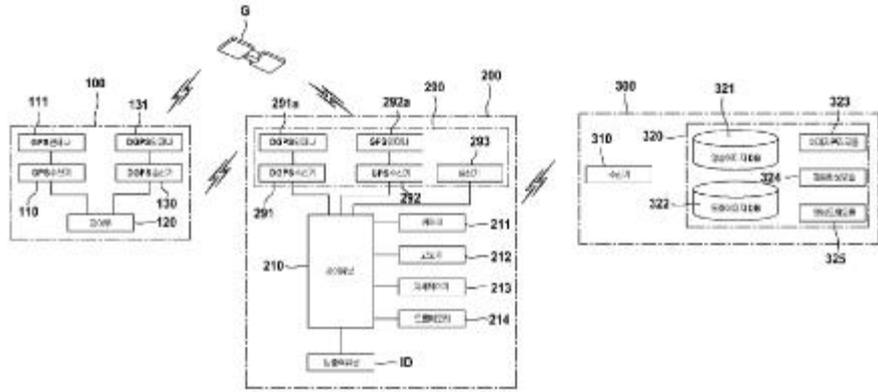
상기 단열패드(272)는 글래스파이버 5중량%와, 하이드록시프로필메틸셀룰로오스 3중량%와, 모노글리세라이드 2중량%와, 페닐트리메톡시실란 2.5중량%와, 인슐래드 분말(Insuladd powder) 4중량%와, DOTP(Dioctyl terephthalate) 4중량% 및 나머지 PVC로 이루어진 혼합물을 필름 상으로 성형하여 제조되고;

상기 드론몸체(220)는 1-클로로-2,3-에폭시프로페인 5중량%와, 메틸트리메톡시실란 5중량%와, 폴리비닐알코올 10중량%와, 실리콘수지 10중량%와, 트리에탄올아민(Triethanolamine) 2.5중량%와, 페트롤라툼(petrolatum) 1.5중량% 및 나머지 폴리카보네이트수지로 이루어진 조성물로 성형되며;

상기 엔진챔버(230)의 바닥면을 관통하여 케이블안내부재(400)를 더 설치하되, 상기 케이블안내부재(400)는 원통형상으로 형성되고, 상기 케이블안내부재(400)의 외주면 일부에는 직경방향으로 대칭되게 일정길이의 장방형상을 갖는 안내공(410) 한 쌍이 형성되며, 상기 케이블안내부재(400)의 일단에는 상기 엔진챔버(230)의 바닥면을 관통하여 고정되는 고정부쉬(420)가 구비되고 타단에는 안내나팔관(430)이 고정되며, 상기 고정부쉬(420)의 중앙에는 케이블(CAB)이 통과할 수 있는 관통공(422)이 형성되고, 상기 케이블(CAB)은 코일형상을 가지며, 케이블(CAB)의 일단은 상기 관통공(422)을 통과한 다음 상기 고정부쉬(420) 내벽면에 고정되고, 상기 케이블안내부재(400)의 내부에는 메인고정구(500)가 장입되며, 상기 메인고정구(500)의 양단은 한 쌍의 상기 안내공(410)에 일치되게 배치되고, 상기 케이블안내부재(400)의 바깥에서 체결구(510)가 안내공(410)을 관통하여 메인고정구(500)의 양단에 각각 체결되며, 상기 메인고정구(500)의 길이 중앙에는 신축밴드(600)의 일단이 고정되고, 상기 신축밴드(600)의 타단은 상기 케이블(CAB)의 중심을 관통하여 케이블(CAB)의 단부에서 밴드고정구

(520)에 의해 고정되며, 상기 밴드고정구(520)는 양단이 케이블타이(530)를 통해 상기 케이블(CAB)의 코일형상에 결속되는 것을 특징으로 하는 항공촬영 영상물을 기초로 제작된 수치지도의 업그레이드용 공간영상도화 시스템.

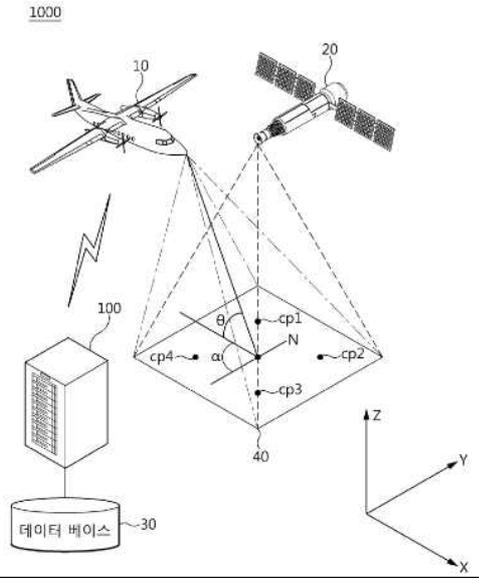
주요도면



(5) KR 10-1617078 B1

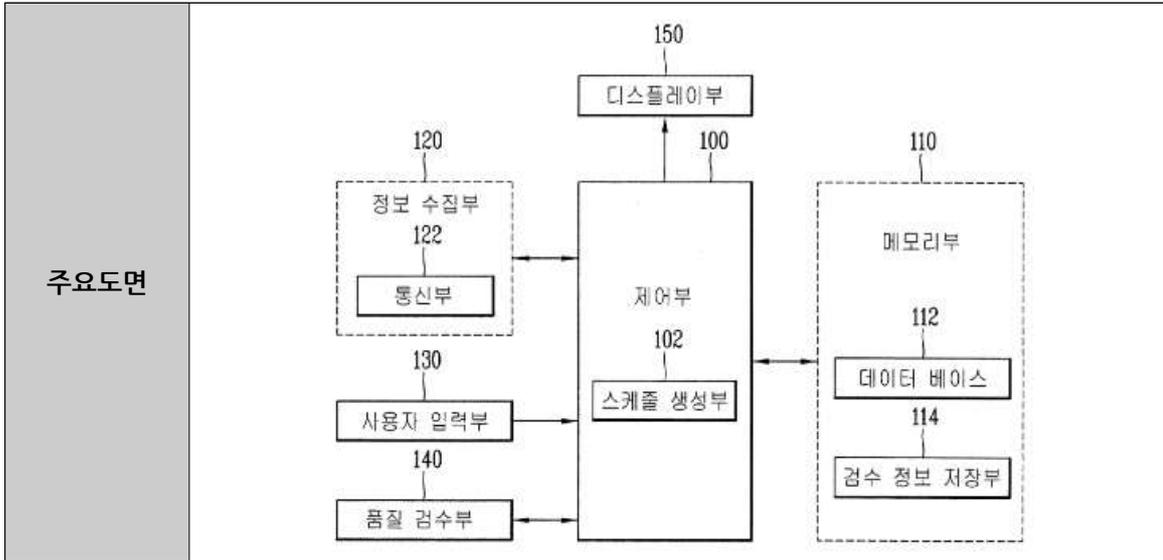
| | | | |
|---------------|--|-------------|------------|
| 발명의 명칭 | 무인 항공기 영상과 지도 영상에 대한 영상 정합 장치 및 방법 | | AA |
| 출원번호 | 10-2014-0021506 | 출원일 | 2014.02.24 |
| 출원인 | 주식회사 한화 | 출원국가 | 한국 |
| 요약 | <p>본 발명은 정찰용 소형 무인기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)에서 획득한 원근감(perspective) 왜곡을 갖는 항공 영상을 지도 영상에 정합하는 영상 정합 장치 및 방법에 관한 것이다. 이를 위한 본 발명의 영상 정합 장치는 원근감 왜곡을 갖는 항공 영상과, 항공 영상의 대응 위치를 나타내는 지도 영상에 복수개의 대응점들을 할당하는 대응점 할당부; 및 복수개의 대응점들을 근거로 기하학적 변환을 수행함으로써, 지도 영상에 항공 영상을 정합하는 기하 변환부를 포함하는 것을 특징으로 한다.</p> | | |
| 대표청구항 | <p>무인 항공기로부터 타겟을 포함하는 영역이 촬영된 항공 영상의 원근감 왜곡을 보정하는 영상 정합 장치로서, 상기 원근감 왜곡을 갖는 항공 영상과, 상기 항공 영상의 대응 위치를 나타내는 지도 영상에 복수개의 대응점들을 할당하는 대응점 할당부; 및 상기 복수개의 대응점들을 근거로 기하학적 변환을 수행함으로써, 상기 지도 영상에 상기 항공 영상을 정합하는 기하 변환부를 포함하고, 상기 항공 영상은, 상기 타겟을 기준으로 지면과 상기 무인 항공기는 90° 미만의 각도(θ)를 갖고, 경선을 기준으로 회전 각도(α)만큼 회전되어 촬영된 영상이고, 상기 기하학적 변환은, 상기 지도 영상 상의 복수개의 대응점들에 상기 항공 영상 상의 복수개의 대응점들을 정합시킴으로써, 경선을 기준으로 한 상기 항공 영상의 회전 각도(α)를 추론하고, 상기 회전 각도(α)를 이용하여 상기 항공 영상을 상기 지도 영상에 대응하도록 회전시킴으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는, 영상 정합 장치.</p> | | |

주요도면



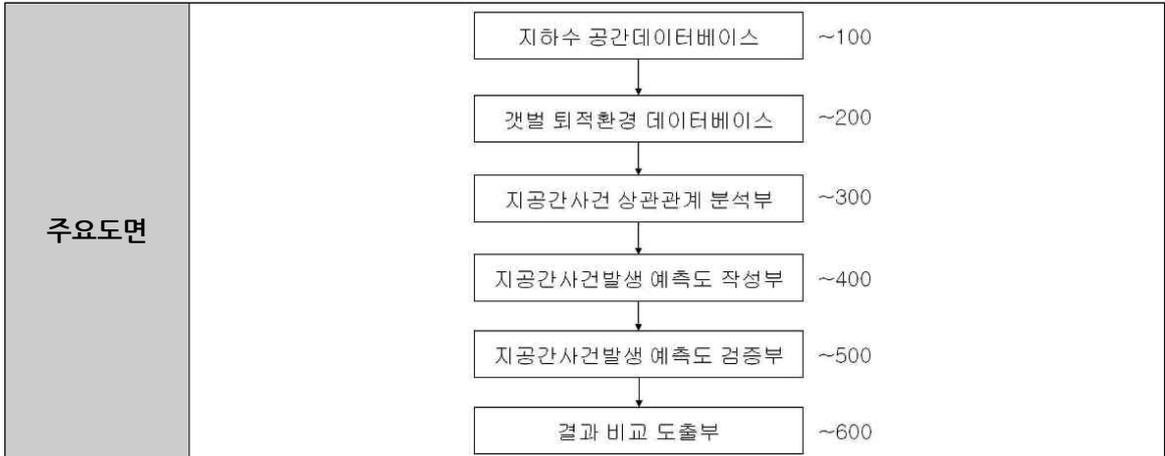
(6) KR 10-2015-0057847 A

| | | | |
|---------------|---|-------------|------------|
| 발명의 명칭 | 해양환경 정보 수집 장치 및 수집 방법 | | AB |
| 출원번호 | 10-2013-0141695 | 출원일 | 2013.11.20 |
| 출원인 | 국방과학연구소 | 출원국가 | 한국 |
| 요약 | <p>본 발명은 해양환경 정보를 수집 및 관리하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 수집될 적어도 하나의 해양환경 정보의 종류 및 관련된 정보 항목들을 포함하는 데이터베이스가 저장된 메모리부와, 적어도 하나의 외부 서버로부터 적어도 하나의 해양환경 정보를 수집하는 정보 수집부와, 상기 수집된 해양환경 정보의 품질을 검수하기 위한 품질 검수부, 및, 상기 데이터베이스에 포함된 해양환경 정보의 종류 중 사용자의 설정에 근거한 적어도 한 종류의 해양환경 정보들을 기 설정된 수집 주기에 따라 수집하고, 수집된 해양환경 정보들의 품질을 검수 및 검수가 완료된 수집 정보들을 상기 해양환경 모델을 수행하기 위한 형태로 관리하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.</p> | | |
| 대표청구항 | <p>해양환경 모델을 수행하기 위한 해양환경 정보를 수집하는 장치에 있어서, 수집될 적어도 하나의 해양환경 정보의 종류 및 관련된 정보 항목들을 포함하는 데이터베이스가 저장된 메모리부; 적어도 하나의 외부 서버로부터 적어도 하나의 해양환경 정보를 수집하는 정보 수집부; 상기 수집된 해양환경 정보의 품질을 검수하기 위한 품질 검수부; 및, 상기 데이터베이스에 포함된 해양환경 정보의 종류 중 사용자의 설정에 근거한 적어도 한 종류의 해양환경 정보들을 기 설정된 수집 주기에 따라 수집하고, 수집된 해양환경 정보들의 품질을 검수 및 검수가 완료된 수집 정보들을 상기 해양환경 모델을 수행하기 위한 형태로 관리하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 해양환경 정보 수집 장치.</p> | | |



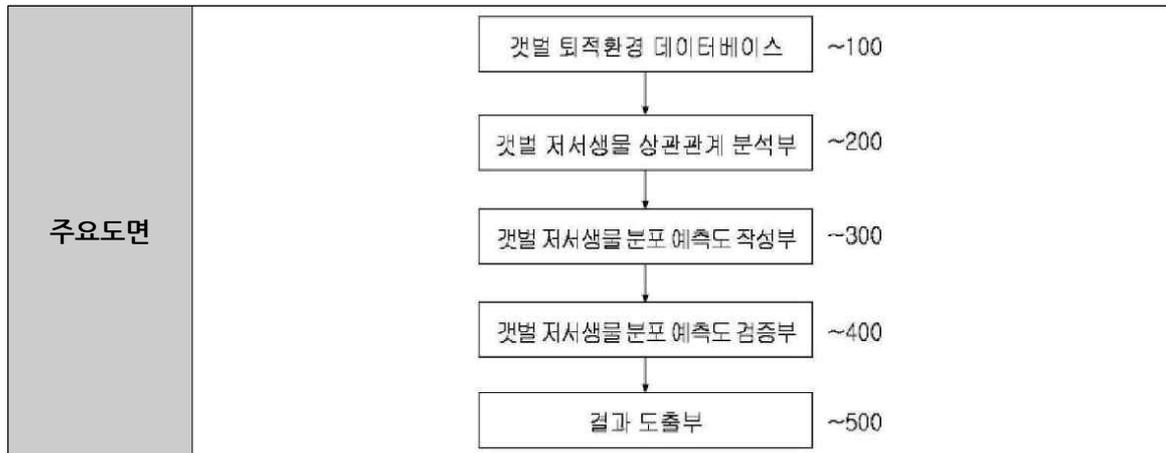
(7) KR 10-1280388 B1

| | | | |
|---------------|---|-------------|------------|
| 발명의 명칭 | 지공간사건발생 예측 시스템 및 방법 | | AB |
| 출원번호 | 10-2011-0144036 | 출원일 | 2011.12.28 |
| 출원인 | 한국지질자원연구원 | 출원국가 | 한국 |
| 요약 | <p>본 발명은 지리정보시스템 및 통계, 데이터마이닝 기법을 이용한 지공간사건발생 가능 예측시스템 및 이를 이용한 지공간사건발생가능 예측방법에 관한 것으로, 지하수 분포와 갯벌저서생물 서식지 분포를 예시한다. 특히 특히 분석대상지역의 투수량계수와 비양수량의 정보를 제공하는 대수층 수리특성 데이터베이스와 지형, 지질, 선구조, 지표피복, 지하수관련 요인의 정보를 제공하는 수문지질인자 데이터베이스 구축부, 갯벌 저서생물 분포지역의 퇴적환경정보를 제공하는 갯벌 퇴적환경 데이터베이스와 상기 두 데이터베이스에서 제공되는 정보를 바탕으로 지공간사건발생과 요인들간의 상관관계를 분석하는 지공간사건발생 상관관계 분석부, 상기 상관관계 분석부에서 분석된 정보를 바탕으로 지공간사건발생가능 예측도를 작성하는 예측도작성부; 상기 지공간사건발생가능 예측도를 이용하여 지공간사건발생가능성의 정확도를 검증하는 검증부; 상기 예측 모델에서 분석된 모든 예측도의 비교를 위한 결과 도출부; 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.</p> | | |
| 대표청구항 | <p>분석대상지역의 지공간사건 발생 가능성에 영향을 미치는 인자 및 지공간사건 자료를 제공하는 지리정보시스템 기반의 데이터베이스; 상기 데이터베이스를 바탕으로 통계 기법 및 데이터마이닝 기법을 이용하여 지공간사건의 상관관계를 분석하는 상관관계 분석부; 상기 지공간 상관관계 분석부에서 분석된 정보를 바탕으로 복수의 지공간사건 발생가능 예측도를 작성하는 예측도 작성부; 상기 복수의 지공간사건 발생가능 예측도에 대한 정확도를 검증하는 예측도 검증부; 및 상기 검증된 복수의 지공간사건 발생가능 예측도를 비교하여 정확한 결과도를 도출하는 결과 도출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 지공간사건발생 예측 시스템.</p> | | |



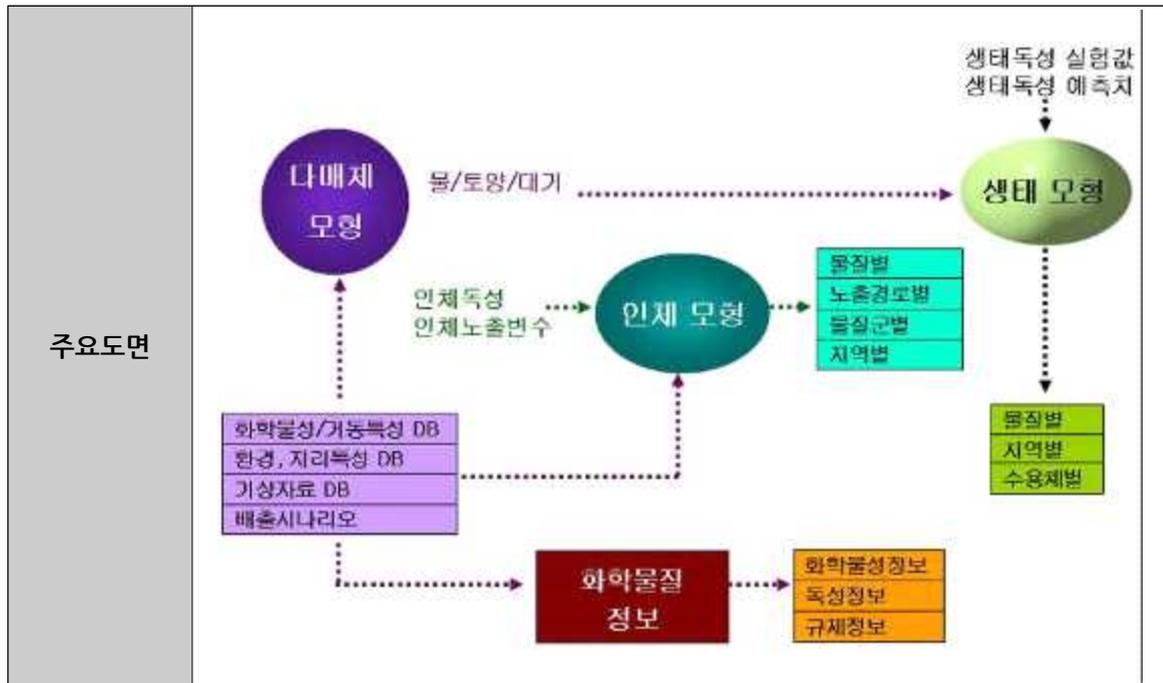
(8) KR 10-2011-0114285 A

| | | | |
|--------|--|------|------------|
| 발명의 명칭 | 지리정보시스템 및 확률기법을 이용한 갯벌 저서생물 분포 예측 시스템 및 이를 이용한 갯벌 저서생물 분포 예측방법 | | AB |
| 출원번호 | 10-2010-0033845 | 출원일 | 2010.04.13 |
| 출원인 | 한국지질자원연구원 | 출원국가 | 한국 |
| 요약 | <p>본 발명은 지리정보시스템 및 확률기법을 이용한 갯벌 저서생물 분포 예측시스템 및 이를 이용한 갯벌 저서생물 분포 예측방법에 관한 것으로, 특히 갯벌 저서생물 분포지역의 퇴적환경정보를 제공하는 갯벌 퇴적환경 데이터베이스와 상기 갯벌 퇴적환경 데이터베이스에서 제공되는 퇴적환경정보를 바탕으로 갯벌 저서생물과 퇴적환경 요인들간의 상관관계를 분석하는 갯벌 저서생물 상관관계 분석부, 그리고 상기 갯벌 저서생물 상관관계 분석부에서 분석된 우도비와 Weight of evidence 값을 바탕으로 갯벌 저서생물 분포 예측도를 작성하는 작성부, 갯벌 저서생물 분포위치를 이용하여 갯벌 저서생물 분포 예측도의 정확도를 정량적으로 검증하는 검증부; 모든 결과를 비교하기위한 결과 도출부;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.</p> <p>본 발명에 따르면, 갯벌 저서생물 관련정보를 이용하여 우도비분석, WOE분석을 수행할 수 있는 분석부를 이용한 갯벌 저서생물 상관관계 분석을 수행할 수 있도록 하여, 정확한 갯벌 저서생물 분포 예측분석을 수행할 수 있는 효과가 있다.</p> | | |
| 대표청구항 | <p>갯벌 저서생물 분포 예측시스템에 있어서, 갯벌 저서생물 분포지역의 갯벌 퇴적환경 정보를 제공하는 갯벌 퇴적환경 데이터베이스; 상기 갯벌 퇴적환경 데이터베이스에서 제공되는 퇴적환경 정보를 바탕으로 갯벌 저서생물 상관관계를 분석하는 갯벌 저서생물 상관관계 분석부; 상기 갯벌 저서생물 상관관계 분석부에서 분석된 정보를 바탕으로 갯벌 저서생물 분포 예측도 작성부; 상기 갯벌 저서생물 분포 예측도를 이용하여 갯벌 저서생물 분포의 정량적인 정확도를 검증하는 검증부; 상기 예측시스템에서 분석된 모든 결과도의 비교를 위한 결과 도출부; 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 갯벌 저서생물 상관관계 분석을 이용한 갯벌 저서생물 분포 예측시스템.</p> | | |



(9) KR 10-0862689 B1

| | | | |
|---------------|---|-------------|------------|
| 발명의 명칭 | 통합환경관리를 위한 위해성 예측 시스템 및 방법, 그리고 이 방법을 구현할 수 있는 컴퓨터 판독 가능한 프로그램이 기록된 기록매체 | | AB |
| 출원번호 | 10-2007-0030316 | 출원일 | 2007.03.28 |
| 출원인 | 한국화학연구원 | 출원국가 | 한국 |
| 요약 | <p>본 발명은 통합환경관리를 위한 위해성 예측 시스템 및 방법, 그리고 이 방법을 구현할 수 있는 컴퓨터 판독 가능한 프로그램이 기록된 기록매체에 관한 것이다.</p> <p>즉, 본 발명은 인구과밀 도시지역 및 산업지역의 통합적인 환경관리를 위하여 오염물질의 배출로부터 노출, 위해에 대한 인체 및 생태계의 위해도 분석 시스템을 개발하고자 하며 효율적인 위해도 기반, 지역 환경관리 정책결정 지원체계를 구축하고자 연구 개발된 것으로서, 지역별, 매질별, 화학물질별 환경문제의 우선 순위를 설정하여 인적 물적자원을 효율적이고 적절히 배분하여 비용 절감 및 오염 예방에 기여하고, 환경문제로 인한 사회적 분쟁 발생시 정책입안자와 지역 주민 사이에 요구되는 합리적인 합일점을 도출할 수 있는 근거를 제공하여 소모적인 논쟁으로 인한 사회적 낭비를 효과적으로 줄일 수 있도록 한 통합환경관리를 위한 위해성 예측 시스템 및 방법, 그리고 이 방법을 구현할 수 있는 컴퓨터 판독 가능한 프로그램이 기록된 기록매체를 제공하고자 한 것이다.</p> | | |
| 대표청구항 | <p>화학물질의 물성/거동 특성 데이터베이스, 환경/지리특성 데이터베이스, 기상자료 데이터베이스, 배출 시나리오 데이터베이스를 이용하여 구축된 것으로서, 대상지역에 대한 유해화학물질의 다매체 환경 거동을 예측하는 다매체 동태 모형인 다매체 환경거동모형과;</p> <p>화학물질의 물성/거동 특성 데이터베이스, 환경/지리특성 데이터베이스, 기상자료 데이터베이스를 포함하는 상술한 다매체 모형에서 사용된 데이터베이스를 바탕으로 구축된 것으로서, 각 물질별 인체 독성 데이터베이스와 인체 노출변수 정보 데이터베이스로 구성되며, 이를 이용하여 매체별, 노출 경로별로 인체 위해도 산출이 가능한 인체 위해성 평가 모형과;</p> <p>화학물질 생태독성 데이터베이스, 물리화학적특성 데이터베이스, 화학물질의 사용량/물성/거동 특성 데이터베이스, 매질별 분해상수 데이터베이스를 이용하여 구축된 것으로서, 생태위해성 평가를 해당 산업단지별 비교와 화학물질별 비교 및 생물종별 비교가 가능하도록 한 생태 위해성 평가 모형과;</p> <p>상기의 모든 데이터베이스와 상기 각 모형들을 실행시키는 정보 이용자 단말장치;를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 통합환경관리를 위한 위해성 예측 시스템.</p> | | |



2. 유효특허 리스트

| No | 기술분류 | 국가코드 | 발명의 명칭 | 출원인 정리 | 출원번호 | 출원일 |
|----|------|------|--|---|-------------|------------|
| 1 | AB | EP | Method of transporting a load of living shell-fish and apparatus usable in such transportation | E M WILCOX LIMITED | 1980-302448 | 1980-07-18 |
| 2 | AB | US | System for holding and transporting lobsters | Sheldon; William W. | 06/284629 | 1981-07-20 |
| 3 | AB | US | Liquid inert gas dispenser and control | Continental Can Company, Inc. | 06/660614 | 1984-10-12 |
| 4 | AB | US | Method of testing protective encapsulation of structural members | I.W. Industries, Inc. | 06/874500 | 1986-06-16 |
| 5 | AB | EP | System and use thereof for collecting chemical-physical, electrochemical and mechanical parameters for designing and/or operating cathodic protection plants | ORONZIO DE NORA S.A. | 1986-103370 | 1986-03-13 |
| 6 | AA | US | Monitoring system for power lines and right-of-way using remotely piloted drone | Fernandes; Roosevelt A. | 07/095152 | 1987-09-11 |
| 7 | AB | US | Method and apparatus for protective encapsulation of structural members | Sandoz Ltd. | 07/247950 | 1988-09-22 |
| 8 | AB | US | Method and apparatus for protective encapsulation of structural members | 501 Sandoz, Ltd. | 07/373691 | 1989-07-03 |
| 9 | AB | US | Composition of matter for lining, coating or manufacturing underwater structures to prevent living marine organisms adhering to or building up on exposed surfaces | Fears; Clois D. | 07/872017 | 1992-04-22 |
| 10 | AB | US | Oyster holder for oyster growing system | Chauvin; Leroy J. | 08/280213 | 1994-07-25 |
| 11 | AB | US | Lining, coating or manufacturing underwater structures to prevent living marine organisms adhering to or building up on exposed surfaces | Fears; Clois D. | 08/189485 | 1994-01-31 |
| 12 | AB | EP | THERMODYNAMIC PLANT WITH A YIELD EQUAL TO 1 | Soria Jemenet, Joaquin | 1994-918890 | 1994-06-28 |
| 13 | AA | US | Visual collision avoidance system for unmanned aerial vehicles | Khvilivitzky; Alexander | 08/393478 | 1995-02-24 |
| 14 | AB | JP | METHOD AND SYSTEM FOR PROCESSING IMAGE OF MARINE ORGANISM | KANAGAWA PREF GOV FUYO KAIYO KAIHATSU KK | 1995-098102 | 1995-03-30 |
| 15 | AB | EP | REGENERATION OF TIDAL MUD FLATS | RAVENSRODD CONSULTANTS LIMITED | 1995-918671 | 1995-05-12 |
| 16 | AB | EP | ANTI FOULING AND FOUL-RELEASE COATINGS | THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF AMERICA, as represented by THE SECRETARY OF THE NAVY | 1995-910145 | 1995-01-31 |

| | | | | | | |
|----|----|-----|---|---|-------------------|------------|
| 17 | AB | PCT | ANTIFOULING AND FOUL-RELEASE COATINGS | THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF AMERICA, as represented by THE SECRETARY OF THE NAVY | PCT-US1995-001239 | 1995-01-31 |
| 18 | AB | PCT | REGENERATION OF TIDAL MUD FLATS | RAVENSRODD CONSULTANTS LIMITED | PCT-GB1995-001086 | 1995-05-12 |
| 19 | AB | US | Regeneration of tidal mud flats | Ravensrodd Consultants Limited | 08/737519 | 1996-11-12 |
| 20 | AB | US | Analyzing internal pressure of a closed container | Benthos, Inc. | 08/586490 | 1996-01-16 |
| 21 | AA | US | Danger warning and emergency response system and method | Lemelson; Jerome H. Pedersen; Robert D. | 08/844029 | 1997-04-18 |
| 22 | AB | US | Silicone-containing fluoropolymers for controlled release of organic leachants | The United States of America as represented by the Secretary of the Navy | 08/921054 | 1997-08-29 |
| 23 | AB | PCT | SITE REACTIVITY PROBES | CASTRO, Charles, E. | PCT-US1997-013502 | 1997-07-31 |
| 24 | AB | US | Apparatus and method utilizing signal modulation detection for analyzing the internal pressure of containers | Benthos, Inc. | 09/071787 | 1998-05-01 |
| 25 | AB | EP | ANALYZING THE INTERNAL PRESSURE OF CONTAINERS | Teledyne Benthos, Inc. | 1998-923357 | 1998-05-07 |
| 26 | AB | PCT | ANALYZING THE INTERNAL PRESSURE OF CONTAINERS | BENTHOS, INC. | PCT-US1998-009403 | 1998-05-07 |
| 27 | AB | US | Memorialization of human cremain in artificial reef | O'Hare; Christopher F. | 09/270248 | 1999-03-15 |
| 28 | AB | EP | COMPOSITE, PARTICULATE FEED FOR FRY OR FOR LARVAE OF OTHER MARINE ORGANISMS AND METHOD OF MANUFACTURING THE STARTING FEED | Noraqua Innovation AS | 1999-951279 | 1999-10-25 |
| 29 | AB | PCT | COMPOSITE, PARTICULATE FEED FOR FRY OR FOR LARVAE OF OTHER MARINE ORGANISMS AND METHOD OF MANUFACTURING THE STARTING FEED | NORAQUA INNOVATION AS | PCT-NO1999-000325 | 1999-10-25 |
| 30 | AB | US | System for and method of searching for targets in a marine environment | Optical Systems, Inc. | 09/715256 | 2000-11-17 |
| 31 | AB | US | Seawater circulating system | Takamura Co., Ltd. | 09/637169 | 2000-08-14 |
| 32 | AB | PCT | SYSTEM FOR AND METHOD OF SEARCHING FOR TARGETS IN A MARINE ENVIRONMENT | Optical Systems, Inc. | PCT-US2000-042331 | 2000-11-29 |
| 33 | AB | PCT | AUTOMATED PLANT EXTRACTION METHOD AND ARRAYS FOR HIGH THROUGHPUT SCREENING | SEQUOIA SCIENCES, INC. | PCT-US2000-030195 | 2000-11-02 |
| 34 | AA | JP | 공할 영상 처리 시스템 및 무선식 소형 무인 비행체 | HIROBO LTD | 2001-300306 | 2001-09-28 |
| 35 | AB | US | Suspensions of water soluble polymers in surfactant free non-aqueous solvents | Benchmark Research & Technology, Inc. | 09/771226 | 2001-01-26 |
| 36 | AB | US | Suspensions of particles in | Benchmark Research | 09/905358 | 2001-07-13 |

| | | | | | | |
|----|----|-----|--|---|-------------------|------------|
| | | | non-aqueous solvents | & Technology, Inc. | | |
| 37 | AB | US | Recirculating marine aquaculture process | University of Maryland Biotechnology Institute | 09/810640 | 2001-03-16 |
| 38 | AB | US | System and method for storage, retrieval and display of information relating to specimens in marine environments | Whited; Keith W. | 09/681977 | 2001-07-02 |
| 39 | AB | US | Seagrass plow and method | J. Nicholas Ehringer Matthew Palascak | 09/800275 | 2001-03-06 |
| 40 | AB | PCT | STORAGE, RETRIEVAL AND DISPLAY SYSTEM FOR MARINE SPECIMENS | WHITED, Keith | PCT-US2001-020860 | 2001-07-02 |
| 41 | AB | PCT | AN INTERNET SERVICE METHOD FOR THE SAFETY OF NAVIGATION AND MANAGEMENT OF FLEET | WON, Junhee | PCT-KR2001-000484 | 2001-03-26 |
| 42 | AA | US | Uninhabited airborne vehicle in-flight refueling system | Paul M. Doane | 10/304626 | 2002-11-26 |
| 43 | AA | US | Control system for remotely operated vehicles for operational payload employment | Sikorsky Aircraft Corporation | 10/143085 | 2002-05-09 |
| 44 | AB | JP | OPEN RACK TYPE VAPORIZER AND MANUFACTURING METHOD THEREOF | SUMITOMO PRECISION PROD CO LTD | 2002-198462 | 2002-07-08 |
| 45 | AB | US | ENVIRONMENT VIEWING ENABLING SYSTEM AND METHOD | Thomas Peachee | 10/272530 | 2002-10-16 |
| 46 | AB | US | System for and method of wide searching for targets in a marine environment | Optical Systems, Inc. | 10/133832 | 2002-04-26 |
| 47 | AB | EP | COAXIAL MULTI-ROTOR WIND TURBINE | Selsam, Douglas Spriggs | 2002-756217 | 2002-06-14 |
| 48 | AB | PCT | SUBSEA DRILLING RISER DISCONNECT SYSTEM AND METHOD | SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V. | PCT-EP2002-004850 | 2002-04-26 |
| 49 | AB | PCT | RECIRCULATING MARINE AQUACULTURE PROCESS | UNIVERSITY OF MARYLAND BIOTECHNOLOGY INSTITUTE | PCT-US2002-007599 | 2002-03-14 |
| 50 | AB | JP | MARINE ENVIRONMENT ANALYSIS METHOD/PROGRAM/PROGRAM RECORDING MEDIUM/DEVICE | NEC CORP | 2003-357793 | 2003-10-17 |
| 51 | AB | US | Measurement of large strains in ropes using plastic optical fibers | Jerry Gene Williams David Barton Smith Jeffrey David Muhs | 10/430058 | 2003-05-05 |
| 52 | AB | US | Marine-based platform for dredged solids management | Warren Howard Chesner James Melrose | 10/457336 | 2003-06-09 |
| 53 | AB | PCT | ENVIRONMENT VIEWING ENABLING SYSTEM AND METHOD | PEACHEE, Thomas | PCT-US2003-032549 | 2003-10-14 |
| 54 | AA | JP | 무인 비행체를 이용한 항공 영상 정보의 수집 방법 | HIROBO LTD | 2004-205492 | 2004-07-13 |
| 55 | AB | KR | 생태계 기반 최적화에 의한 오버레이 네트워크에서의 적응적파일 분배 방법 | 연세대학교 산학협력단 | 10-2004-0069160 | 2004-08-31 |

| | | | | | | |
|----|----|-----|--|---|---------------------|------------|
| 56 | AB | KR | 지리정보시스템을 이용한 유역 생태계 복원정도 계량화시스템 및 그 방법 | 환경보전협회 | 10-2004-003 3044 | 2004-05-11 |
| 57 | AB | KR | G I S 를 이용한 식물자원 수량화 방법 | 대한민국(산림청 국립수목원장) | 10-2004-002 3754 | 2004-04-07 |
| 58 | AB | JP | APPARATUS FOR PREVENTING ADHESION OF MARINE ORGANISM, COMPOSITE PLATE FOR PREVENTING ADHESION OF MARINE ORGANISM AND METHOD FOR INSTALLING THE APPARATUS | TOSHIBA CORP NAKABOHEC CORROSION PROTECTING CO LTD TOKYO ENERGY & SYSTEMS INC | 2004-268741 | 2004-09-15 |
| 59 | AB | US | Flexible pipe with a permeable outer sheath and a method of its manufacturing | NKT Flexibles I/S | 10/575134 | 2004-10-29 |
| 60 | AB | US | System and method for monitoring and controlling an aquatic environment | Teletrol Systems, Inc. | 11/014279 | 2004-12-16 |
| 61 | AB | EP | A FLEXIBLE PIPE WITH A PERMEABLE OUTER SHEATH AND A METHOD OF ITS MANUFACTURING | NKT Flexibles I/S | 2004-791353 | 2004-10-29 |
| 62 | AB | EP | STATE-OF-CHARGE INDICATOR AND METHOD THEREFOR A FLOODED CELL BATTERY | The Commonwealth of Australia | 2004-761406 | 2004-10-11 |
| 63 | AB | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING AND CONTROLLING AN AQUATIC ENVIRONMENT | TELETROL SYSTEMS, INC. | PCT-US2004-042541 | 2004-12-16 |
| 64 | AB | PCT | A FLEXIBLE PIPE WITH A PERMEABLE OUTER SHEATH AND A METHOD OF ITS MANUFACTURING | NKT FLEXIBLES I/S | PCT-EP2004-052737 | 2004-10-29 |
| 65 | AB | PCT | STATE-OF-CHARGE INDICATOR AND METHOD THEREFOR A FLOODED CELL BATTERY | The Commonwealth of Australia | PCT-AU2004-001373 | 2004-10-11 |
| 66 | AA | US | Low-cost position-adaptive UAV radar design with state-of-the-art cots technology | The United States of America as represented by the Secretary of the Air Force | 11/070403 | 2005-02-25 |
| 67 | AB | US | Method and system for determining the position of marine vessels and similar objects | Kongsberg Seatex AS | 10/533656 | 2005-03-15 |
| 68 | AB | US | Dual channel spatially adaptive CFAR | James Onorato | 11/273717 | 2005-11-14 |
| 69 | AB | EP | MAGNETORESONANCE PREPARATIONS, DEVICE FOR INDIVIDUALLY SELECTING SAID PREPARATIONS FOR INCREASING AN ORGANISM LIFE ACTIVITY IN ACTUAL ENVIRONMENTAL CONDITIONS | Gotovsky, Mikhail Yurievich | 2005-851132 | 2005-12-27 |
| 70 | AB | EP | METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING THE POSITION OF MARINE VESSELS AND SIMILAR OBJECTS | KONGSBERG SEATEX AS | 2005-722100 | 2005-03-15 |
| 71 | AB | PCT | SEA BASE LOGISTICS | NORTHROP | PCT-US2005 | 2005-05-19 |

| | | | | | | |
|----|----|-----|---|---------------------------------------|-------------------|------------|
| | | | TRANSPORTATION MODELING | GRUMMAN CORPORATION | -017571 | |
| 72 | AB | PCT | METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING THE POSITION OF MARINE VESSELS AND SIMILAR OBJECTS | KONGSBERG SEATEX AS | PCT-NO2005-000091 | 2005-03-15 |
| 73 | AA | JP | 무인 헬리콥터에 의한 파일럿 로프의 연선 방법 | CHUGOKU ELECTRIC POWER CO INC | 2006-087579 | 2006-03-28 |
| 74 | AA | US | System and method for onboard vision processing | Jason W. Grzywna | 11/584448 | 2006-10-20 |
| 75 | AA | EP | UNMANNED AIR VEHICLE INTEROPERABILITY AGENT | THE BOEING COMPANY | 2006-814471 | 2006-09-12 |
| 76 | AA | PCT | UNMANNED AIR VEHICLE INTEROPERABILITY AGENT | THE BOEING COMPANY | PCT-US2006-035379 | 2006-09-12 |
| 77 | AB | KR | 해양 및 대지의 과학적 자료를 3차원으로 가시화하여 서비스하는 시스템 및 이의 서비스 방법 | 주식회사 코섹기술 | 10-2006-0103299 | 2006-10-24 |
| 78 | AB | KR | 수치사진측량기술을 이용한 지형복원방법 | (자)한진개발공사 | 10-2006-0010463 | 2006-02-03 |
| 79 | AB | US | Underwater geopositioning methods and apparatus | Teledyne Benthos, Inc. | 11/400709 | 2006-04-07 |
| 80 | AB | US | MONITORING AND CONTROLLING AN AQUATIC ENVIRONMENT | Benchmark Research & Technology, Inc. | 11/423681 | 2006-06-12 |
| 81 | AB | US | Wind energy system with intercooling, refrigeration and heating | Eric Ingersoll David Marcus | 11/437423 | 2006-05-19 |
| 82 | AB | EP | UNDERWATER GEOPOSITIONING METHODS AND APPARATUS | Teledyne Benthos, Inc. | 2006-849366 | 2006-04-10 |
| 83 | AB | PCT | UNDERWATER GEOPOSITIONING METHODS AND APPARATUS | Teledyne Benthos, Inc. | PCT-US2006-013052 | 2006-04-10 |
| 84 | AB | PCT | DEVICE AND METHOD FOR AQUACULTURE FACILITIES FOR EXPOSING MARINE ORGANISMS TO LIGHT | IDEMA AQUA AS | PCT-NO2006-000231 | 2006-06-20 |
| 85 | AA | KR | 항공사진 촬영을 위한 무인항공기 제어방법 | 동양대학교 산학협력단 김태홍 이상화 | 10-2007-0107550 | 2007-10-25 |
| 86 | AA | KR | 무인 항공기용 추적 안테나 시스템 및 그의 제어 방법 | 부산대학교 산학협력단 | 10-2007-0078684 | 2007-08-06 |
| 87 | AA | US | System and methods for autonomous tracking and surveillance | THE BOEING COMPANY | 11/956711 | 2007-12-14 |
| 88 | AA | US | Methods, apparatus and systems for enhanced synthetic vision and multi-sensor data fusion to improve operational capabilities of unmanned aerial vehicles | Honeywell International Inc. | 11/951920 | 2007-12-06 |
| 89 | AA | EP | METHODS, APPARATUS AND SYSTEMS FOR ENHANCED SYNTHETIC VISION AND MULTI-SENSOR DATA FUSION TO IMPROVE OPERATIONAL CAPABILITIES OF UNMANNED AERIAL VEHICLES | Honeywell International Inc. | 2007-875093 | 2007-12-06 |
| 90 | AA | EP | Method and system for navigation of an unmanned | Honeywell International Inc. | 2014-153871 | 2007-08-31 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---|--|-------------------|------------|
| | | | aerial vehicle in an urban environment | | | |
| 91 | AA | EP | Method and system for navigation of an unmanned aerial vehicle in an urban environment | Honeywell International Inc. | 2007-115486 | 2007-08-31 |
| 92 | AA | EP | AIRCRAFT COLLISION SENSE AND AVOIDANCE SYSTEM AND METHOD | THE BOEING COMPANY | 2007-835703 | 2007-02-19 |
| 93 | AA | PCT | AIRCRAFT COLLISION SENSE AND AVOIDANCE SYSTEM AND METHOD | THE BOEING COMPANY | PCT-US2007-004547 | 2007-02-19 |
| 94 | AB | KR | 통합 환경관리를 위한 위해성 예측 시스템 및 방법, 그리고 이 방법을 구현할 수 있는 컴퓨터 판독 가능한 프로그램이 기록된 기록매체 | 한국화학연구원 | 10-2007-0030316 | 2007-03-28 |
| 95 | AB | KR | 인공어초 및 바다목장 종합관리시스템 및 그 방법 | (주)비엔티 | 10-2007-0054226 | 2007-06-04 |
| 96 | AB | US | METHODS, APPARATUS, AND COMPUTER MEDIA AND SIGNALS FOR REDUCING GHG BY IMPOSING RESTRICTIONS ON EXCESSIVE USAGES OF VEHICLES AND OTHER AIR, SEA, AND ENVIRONMENT POLLUTING MACHINERY AND EQUIPMENTS | Mohammad Reza Baraty | 11/943960 | 2007-11-21 |
| 97 | AB | US | Methods of and systems for continually measuring the range between mobile underwater vehicles carrying acoustical signal transmitters and remotely deployed synchronized underwater acoustical receivers provided with signal processing for continually determining such range during the underwater moving of the vehicle, and for measuring acoustic underwater transmission loss, geoacoustical properties and for other purposes | Ocean Acoustical Services and Instrumentation Systems (OASIS) Inc. | 11/649635 | 2007-01-04 |
| 98 | AB | US | System for Monitoring and Controlling an Aquatic Environment | Teletrol Systems, Inc. | 11/750513 | 2007-05-18 |
| 99 | AB | PCT | A METHOD FOR DETERMINING COGNITIVE COLOURS AND COLOUR COMBINATIONS | CAMBI LUIGI & C. S.P.A. | PCT-IB2007-003983 | 2007-12-18 |
| 100 | AB | PCT | METHOD AND SYSTEM FOR AUTOMATIC CLASSIFICATION OF FISH UNDER WATER | CATCHING TECHNOLOGY AS | PCT-NO2007-000388 | 2007-11-05 |
| 101 | AA | US | ALL-TERRAIN HOSTILE ENVIRONMENT VEHICLE | Brian E. Carrier | 12/332647 | 2008-12-11 |
| 102 | AA | US | Collision and conflict avoidance system for autonomous unmanned air vehicles (UAVs) | EADS Deutschland GmbH | 12/169205 | 2008-07-08 |
| 103 | AA | EP | SELF-ORIENTING RETICLE | Marinvent Corporation | 2008-748113 | 2008-04-09 |
| 104 | AA | EP | System and methods for | THE BOEING | 2008-171682 | 2008-12-15 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|--|--|-------------------|------------|
| | | | autonomous tracking and surveillance | COMPANY | | |
| 105 | AB | KR | 지리정보 확인시스템의 제어방법 및 이동단말기 | 김한준 | 10-2008-0058595 | 2008-06-20 |
| 106 | AB | JP | SYSTEM, METHOD, AND PROGRAM FOR ESTIMATING WATER TEMPERATURE MEASUREMENT CAPABILITY, AND WATER TEMPERATURE MEASURING INSTRUMENT MOVING VEHICLE | NEC CORP | 2008-296259 | 2008-11-20 |
| 107 | AB | US | Real-time robust method for determining the trajectory of one or more cetaceans by means of passive acoustics, using a laptop computer | Universite du Sud Toulon Var | 12/676055 | 2008-09-03 |
| 108 | AB | EP | REAL-TIME ROBUST METHOD FOR DETERMINING THE TRAJECTORY OF ONE OR MORE CETACEANS BY MEANS OF PASSIVE ACOUSTICS, USING A LAPTOP COMPUTER | Universite du Sud Toulon Var | 2008-852320 | 2008-09-03 |
| 109 | AB | PCT | REAL-TIME ROBUST METHOD FOR DETERMINING THE TRAJECTORY OF ONE OR MORE CETACEANS BY MEANS OF PASSIVE ACOUSTICS, USING A LAPTOP COMPUTER | Universite du Sud Toulon Var | PCT-FR2008-001227 | 2008-09-03 |
| 110 | AA | KR | 고속 영상 지오레퍼런싱 방법 및 장치 | 서울시립대학교 산학협력단 | 10-2009-0115219 | 2009-11-26 |
| 111 | AA | JP | 원격 무인 수송 수단군에 의한 구조물 및 물체 검사용 시스템 및 방법 | BOEING CO | 2011-510568 | 2009-05-08 |
| 112 | AA | US | Teleoperation method and human robot interface for remote control of a machine by a human operator | Max-Planck-Gesellschaft zur Foerderung der Wissenschaften e.V. | 13/256438 | 2009-03-17 |
| 113 | AA | US | Stereo pair and method of making stereo pairs | Dann M Allen | 12/624800 | 2009-11-24 |
| 114 | AB | KR | 지리정보 확인시스템의 제어방법 및 이동단말기 | 김한준 | 10-2009-0009418 | 2009-02-05 |
| 115 | AB | KR | 웹 3D를 이용한 해양정보 제공시스템 및 그 방법 | (주)비엔티 | 10-2009-0074745 | 2009-08-13 |
| 116 | AB | US | Subsea test apparatus, assembly and method | Zetechtics Limited | 12/919602 | 2009-02-25 |
| 117 | AB | PCT | MARINE INFORMATION PROVISION SYSTEM USING WEB 3D AND METHOD THEREOF | BNT SOLUTION CO., LTD. KIM, Kye Young | PCT-KR2009-006638 | 2009-11-12 |
| 118 | AB | PCT | CONTROL METHOD OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND MOBILE TERMINAL | KIM, Han Jun | PCT-KR2009-003309 | 2009-06-19 |
| 119 | AA | KR | 무인 비행체의 가이드 비행 데이터 생성 시스템 및 그 방법 | 건국대학교 산학협력단 | 10-2010-0121794 | 2010-12-02 |
| 120 | AA | KR | 무인항공기의 자세 제어를 이용한 3D 공간정보구축 방법 | (주)충청에스엔지 기술사사무소 | 10-2010-0053858 | 2010-06-08 |
| 121 | AA | KR | 영상기반 무인항공기 비행시험 시스템 및 방법 | 한국항공우주산업 주식회사 | 10-2010-0050665 | 2010-05-28 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|--|---|-------------------|------------|
| 122 | AA | KR | 부산 네트워크 기반의 UAV용 스마트 GPS 제어 및 영상 전송 플랫폼 시스템 및 방법 | 이동섭 | 10-2010-0020708 | 2010-03-09 |
| 123 | AA | US | Drone vehicle | Harsco Corporation | 12/827596 | 2010-06-30 |
| 124 | AA | US | SENSOR-LOCATION SYSTEM FOR LOCATING A SENSOR IN A TRACT COVERED BY AN EARTH-BASED SENSOR NETWORK | Zhiyong Li Peter G. Hartwell | 12/770941 | 2010-04-30 |
| 125 | AB | KR | 지리정보시스템 및 확률기법을 이용한 갯벌 저서생물 분포 예측시스템 및 이를 이용한 갯벌 저서생물 분포 예측방법 | 한국지질자원연구원 | 10-2010-0033845 | 2010-04-13 |
| 126 | AB | US | Method, system and device for contributing to the assembly of a wind turbine | Soletanche Freyssinet | 12/815072 | 2010-06-14 |
| 127 | AB | US | Method for modeling effects of anthropogenic noise on an animal's perception of other sounds | Robert J. Dooling Marjorie R. Leek Ed W. West | 12/732801 | 2010-03-26 |
| 128 | AB | US | CORROSION PROTECTION WITH AL / ZN-BASED COATINGS | BLUESCOPE STEEL LIMITED | 13/255965 | 2010-03-12 |
| 129 | AB | EP | Method, system and device for contributing to the assembly of a wind turbine | SOLETANCHE FREYSSINET | 2010-165629 | 2010-06-11 |
| 130 | AB | EP | METHOD FOR MONITORING, PREDICTING, AND REDUCING THE LEVEL OF ACOUSTIC ENERGY OF A PLURALITY OF SOURCES IN AN AQUATIC ENVIRONMENT, AND METHOD FOR MONITORING, PREDICTING, AND REDUCING THE RISK OF NOISE ANNOYANCE FOR MARINE SPECIES | Folegot, Thomas | 2010-769030 | 2010-09-27 |
| 131 | AB | EP | CORROSION PROTECTION WITH AL / ZN-BASED COATINGS | Bluescope Steel Limited | 2010-750246 | 2010-03-12 |
| 132 | AB | PCT | INDUCTIVELY AND OPTICALLY COUPLED INTERCONNECT | BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE | PCT-US2010-032174 | 2010-04-23 |
| 133 | AB | PCT | CORROSION PROTECTION WITH AL / ZN-BASED COATINGS | BLUESCOPE STEEL LIMITED | PCT-AU2010-000285 | 2010-03-12 |
| 134 | AA | KR | GPS / INS / 영상 AT를 통합한 실시간 위치 / 자세 결정 장치 및 방법 | 서울시립대학교 산학협력단 | 10-2011-0036732 | 2011-04-20 |
| 135 | AA | KR | 공중추적영상촬영을 위한 무인헬리콥터 탑재 카메라 짐벌의 시선각 연동 장치 | 동국대학교 산학협력단 | 10-2011-0004185 | 2011-01-14 |
| 136 | AA | KR | 무인 항공기의 무선 주파수 기반 장치 및 시스템 | 한화시스템 주식회사 | 10-2011-0015196 | 2011-02-21 |
| 137 | AA | US | Method and an appliance for remotely controlling a drone, in particular a rotary wing drone | PARROT DRONES | 13/040543 | 2011-03-04 |
| 138 | AA | US | UNMANNED AIR VEHICLE (UAV), CONTROL SYSTEM AND METHOD | CRANFIELD AEROSPACE LTD | 13/226179 | 2011-09-06 |
| 139 | AA | US | STANDOFF DETECTION OF MOTION AND CONCEALED | Farrokh Mohamadi | 13/037804 | 2011-03-01 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---|--|-------------------|------------|
| | | | UNEXPLODED ORDNANCE (UXO) | | | |
| 140 | AA | EP | SYSTEM AND METHOD FOR IMAGE REGISTRATION | Selex Galileo Limited | 2011-724137 | 2011-05-03 |
| 141 | AA | EP | Method for acquiring images from arbitrary perspectives with UAVs equipped with fixed imagers | SENSEFLY S.A. | 2011-170993 | 2011-06-22 |
| 142 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR IMAGE REGISTRATION | SELEX GALILEO LIMITED | PCT-EP2011-057014 | 2011-05-03 |
| 143 | AB | KR | 지공간사건발생 예측 시스템 및 방법 | 한국지질자원연구원 | 10-2011-0144036 | 2011-12-28 |
| 144 | AB | KR | 생태계 기반의 에너지 절감형 라우팅 장치, 전송 경로 설정 방법 및 업데이트 방법 | 한국과학기술원 | 10-2011-0106819 | 2011-10-19 |
| 145 | AB | KR | 해양환경에서 UWB 기반 Distributed MAC 시스템을 위한 협력 통신 방법 | 목포대학교산학협력단 | 10-2011-0102459 | 2011-10-07 |
| 146 | AB | KR | 해양환경에서 분산 음성 인식을 위한 압축된 특징 파라미터의 엔트로피 코딩 방법 | 목포대학교산학협력단 | 10-2011-0101358 | 2011-10-05 |
| 147 | AB | US | System and method for interconnecting umbilicals for conveying energy, fluids and/or data in a marine environment | FUNDACION TECNALIA RESEARCH & INNOVATION | 14/364942 | 2011-12-12 |
| 148 | AB | US | High Hardness Low Surface Energy Coating | Hardcoat Surfaces LLC | 13/882199 | 2011-10-29 |
| 149 | AB | US | FLOATING SUPPORT STRUCTURE FOR A SOLAR PANEL ARRAY | SPG SOLAR, INC. | 13/211282 | 2011-08-16 |
| 150 | AB | US | Instrumentation system for determining risk factors | Simon Jeeves Tore Juvik | 13/066091 | 2011-04-06 |
| 151 | AB | US | THERMALLY ISOLATED HEATED PIPELINE MADE OF DOUBLE CASING SECTIONS AND LAYING PROCESS FOR SUCH A PIPELINE | ITP SA | 13/279723 | 2011-10-24 |
| 152 | AB | EP | SYSTEM AND METHOD FOR INTERCONNECTING UMBILICALS FOR CONVEYING ENERGY, FLUIDS AND/OR DATA IN A MARINE ENVIRONMENT | FUNDACION TECNALIA RESEARCH & INNOVATION | 2011-830093 | 2011-12-12 |
| 153 | AB | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR INTERCONNECTING UMBILICALS FOR CONVEYING ENERGY, FLUIDS AND/OR DATA IN A MARINE ENVIRONMENT | FUNDACION TECNALIA RESEARCH & INNOVATION | PCT-ES2011-070853 | 2011-12-12 |
| 154 | AB | PCT | HIGH HARDNESS LOW SURFACE ENERGY COATING | Hardcoat Surfaces LLC | PCT-US2011-058488 | 2011-10-29 |
| 155 | AA | KR | 무인기를 이용한 지형 변화 감지 시스템 | 경상대학교산학협력단 | 10-2012-0106293 | 2012-09-25 |
| 156 | AA | KR | 쿨롱마찰을 보상하는 무인항공기용 영상 안정화 시스템 및 쿨롱마찰 보상방법 | 세종대학교산학협력단 | 10-2012-0033528 | 2012-03-30 |
| 157 | AA | US | Method for acquiring images from arbitrary perspectives with UAVs equipped with fixed imagers | SENSEFLY S.A. | 14/233290 | 2012-06-21 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|--|--|-------------------|------------|
| 158 | AA | US | Determining threats based on information from road-based devices in a transportation-related context | Microsoft Technology Licensing, LLC | 13/425210 | 2012-03-20 |
| 159 | AA | US | Auto-injector countermeasure for unmanned aerial vehicles | Lockheed Martin Corporation | 13/680597 | 2012-11-19 |
| 160 | AA | US | Clickable camera window | SIKORSKY AIRCRAFT CORPORATION | 13/565344 | 2012-08-02 |
| 161 | AA | US | Image-based crack detection | University of Southern California | 13/567943 | 2012-08-06 |
| 162 | AA | US | CAPTURING ENVIRONMENTAL INFORMATION | ACCENTURE GLOBAL SERVICES LIMITED | 13/451922 | 2012-04-20 |
| 163 | AA | EP | Capturing environmental information | ACCENTURE GLOBAL SERVICES LIMITED | 2012-002777 | 2012-04-20 |
| 164 | AA | EP | METHOD FOR ACQUIRING IMAGES FROM ARBITRARY PERSPECTIVES WITH UAVS EQUIPPED WITH FIXED IMAGERS | SENSEFLY S.A. | 2012-728595 | 2012-06-21 |
| 165 | AA | PCT | METHOD FOR ACQUIRING IMAGES FROM ARBITRARY PERSPECTIVES WITH UAVS EQUIPPED WITH FIXED IMAGERS | SENSEFLY S.A. | PCT-EP2012-061928 | 2012-06-21 |
| 166 | AB | KR | 파라메트릭 데이터를 이용한 3차원 모델링 방법 | (주) 한길아이티 버추얼빌더스 주식회사 | 10-2012-0111223 | 2012-10-08 |
| 167 | AB | KR | 해중림 조성을 위한 해조류 이식방법(Seaweeds adhesion method forming sea forest) | 한우연 | 10-2012-0006304 | 2012-01-19 |
| 168 | AB | US | T-PIECE PREFORMER | Brian Lynch Dominique-Louis Delaporte Dominique Popineau Henri Marie Louis Robert Romazzotti | 14/237118 | 2012-07-24 |
| 169 | AB | US | Emergency air system and method of a marine vessel | Rescue Air Systems, Inc. | 13/691854 | 2012-12-03 |
| 170 | AB | EP | INSTRUMENTATION SYSTEM FOR DETERMINING RISK FACTORS | Solberg & Andersen AS | 2012-767768 | 2012-03-30 |
| 171 | AB | EP | T-PIECE PREFORMER | Technip France | 2012-740652 | 2012-07-24 |
| 172 | AB | PCT | T-PIECE PREFORMER | TECHNIP FRANCE | PCT-GB2012-051777 | 2012-07-24 |
| 173 | AB | PCT | FLOATING SUPPORT STRUCTURE FOR A SOLAR PANEL ARRAY | SPG SOLAR, INC. | PCT-US2012-040276 | 2012-05-31 |
| 174 | AB | PCT | INSTRUMENTATION SYSTEM FOR DETERMINING RISK FACTORS | SOLBERG & ANDERSEN AS | PCT-NO2012-000032 | 2012-03-30 |
| 175 | AA | KR | 무인항공기의 영상취득장치 및 방법 | 한국전력공사 | 10-2013-0104136 | 2013-08-30 |
| 176 | AA | KR | 무인 항공기 제어 장치 및 그 방법 | 재단법인대구경북과학기술원 | 10-2013-0041193 | 2013-04-15 |
| 177 | AA | KR | 자세정보와 영상정보를 이용한 추적 촬영 시스템 및 그 방법 | 건국대학교 산학협력단 | 10-2013-0023290 | 2013-03-05 |
| 178 | AA | KR | 스마트안경을 이용한 무인항공기 제어와 조종시스템 | 이상윤 | 10-2013-0069600 | 2013-06-18 |
| 179 | AA | KR | 무인 비행체 제어 방법 | 엘아이지넥스원 주식회사 유선상 | 10-2013-0001806 | 2013-01-07 |
| 180 | AA | KR | 무인 비행체 제어 장치 및 이를 구비하는 무인 비행체 | 엘아이지넥스원 주식회사 유선상 | 10-2013-0001810 | 2013-01-07 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---|--|-------------------|------------|
| 181 | AA | KR | 무인 비행체 제어 시스템 및 방법 | 건국대학교 산학협력단 | 10-2013-0024693 | 2013-03-07 |
| 182 | AA | KR | 무인항공기를 활용한 해파리 및 이안류와 독조감시방재시스템 | 이상윤 | 10-2013-0069334 | 2013-06-18 |
| 183 | AA | JP | METHOD FOR PILOTING ROTARY WING DRONE TO PHOTOGRAPHING BY ONBOARD CAMERA WHILE MINIMIZING DISTURBING MOVEMENT | PARROT DRONES | 2013-000221 | 2013-01-04 |
| 184 | AA | US | System and method for graphically entering views of terrain and other features for surveillance | THE BOEING COMPANY | 14/038100 | 2013-09-26 |
| 185 | AA | US | COMBINATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES AND THE METHOD AND SYSTEM TO ENGAGE IN MULTIPLE APPLICATIONS | SHELTON GAMINI DE SILVA | 15/025245 | 2013-11-08 |
| 186 | AA | US | Systems and methods for haptic remote control gaming | Immersion Corporation | 13/826391 | 2013-03-14 |
| 187 | AA | US | Unmanned aerial vehicle angular reorientation | AEROVIRONMENT, INC. | 14/016602 | 2013-09-03 |
| 188 | AA | US | METHODS, APPARATUS AND SYSTEMS FOR DETERMINING STAND POPULATION, STAND CONSISTENCY AND STAND QUALITY IN AN AGRICULTURAL CROP AND ALERTING USERS | F12 Solutions, LLC | 14/095331 | 2013-12-03 |
| 189 | AA | US | Stabilizing Platform | Shenzhen Dajiang Innovation Technology Co., Ltd. | 14/045606 | 2013-10-03 |
| 190 | AA | EP | Method for controlling a rotary-wing drone to operate photography by an on-board camera with minimisation of interfering movements | PARROT DRONES | 2013-150137 | 2013-01-03 |
| 191 | AA | EP | MICRO UNMANNED AERIAL VEHICLE AND METHOD OF CONTROL THEREFOR | BCB International LTD. | 2013-785582 | 2013-10-22 |
| 192 | AA | EP | Systems and method for haptic remote control gaming | Immersion Corporation | 2013-178283 | 2013-07-26 |
| 193 | AA | PCT | MICRO UNMANNED AERIAL VEHICLE AND METHOD OF CONTROL THEREFOR | BCB International LTD. | PCT-GB2013-052745 | 2013-10-22 |
| 194 | AB | KR | 해양환경 정보 수집 장치 및 수집 방법 | 국방과학연구소 | 10-2013-0141695 | 2013-11-20 |
| 195 | AB | KR | 해양 환경에서 크기 변화에 무관한 물표 탐지 장치 및 방법 | 목포해양대학교 산학협력단 | 10-2013-0118981 | 2013-10-07 |
| 196 | AB | US | APPARATUS AND METHOD | Mojo Maritime Limited | 14/424521 | 2013-08-29 |
| 197 | AB | EP | APPARATUS AND METHOD | Mojo Maritime Limited | 2013-794942 | 2013-08-29 |
| 198 | AB | PCT | APPARATUS AND METHOD | MOJO MARITIME LIMITED | PCT-GB2013-052263 | 2013-08-29 |
| 199 | AB | PCT | EXHAUST GAS DESULFURIZATION DEVICE AND EXHAUST GAS DESULFURIZATION METHOD | TSUKISHIMA KIKAI CO., LTD. | PCT-JP2013-070742 | 2013-07-31 |
| 200 | AA | KR | 무인항공기 관제시스템 | 주식회사 편진 | 10-2014-018 | 2014-12-15 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|---|---------------------|------------|
| | | | | | 0000 | |
| 201 | AA | KR | 무인 항공기 영상과 지도 영상에 대한 영상 정합 장치 및 방법 | 주식회사 한화 | 10-2014-002 1506 | 2014-02-24 |
| 202 | AA | KR | 웹 3.0 스마트 사물인터넷 조류독감 구제역 예방 및 방역 플랫폼 구성 방법 및 장치 | 한양대학교 산학협력단 | 10-2014-009 3519 | 2014-07-23 |
| 203 | AA | KR | 헬리캠 제어 시스템 | 한국기술교육대학교 산학협력단 | 10-2014-005 6216 | 2014-05-12 |
| 204 | AA | KR | 다중 센서를 이용한 무인 비행체 기반의 구조물 안전성 검사 시스템 | 순천대학교 산학협력단 | 10-2014-002 7358 | 2014-03-07 |
| 205 | AA | KR | 카메라를 구비한 무인항공기 | 한화에어로스페이스 주식회사 | 10-2014-000 9170 | 2014-01-24 |
| 206 | AA | KR | 무인 헬기 자동 제어 장치 및 제어 방법 | 중앙대학교 산학협력단 | 10-2014-004 3627 | 2014-04-11 |
| 207 | AA | KR | 무인항공기 충돌방지를 위한 지상통제 방법 | 엘아이지넥스원 주식회사 | 10-2014-000 7160 | 2014-01-21 |
| 208 | AA | KR | 무인항공기 충돌방지를 위한 지상통제 시스템 | 엘아이지넥스원 주식회사 | 10-2014-000 7171 | 2014-01-21 |
| 209 | AA | US | Inspecting a solar panel using an unmanned aerial vehicle | ABB Schweiz AG | 15/537162 | 2014-12-17 |
| 210 | AA | US | Drone-mounted imaging hyperspectral geometric correction method and system | BEIJING RESEARCH CENTER FOR INFORMATION TECHNOLOGY IN AGRICULTURE | 15/314681 | 2014-01-23 |
| 211 | AA | US | Method and system for assessing damage to insured properties in a neighborhood | STATE FARM MUTUAL AUTOMOBILE INSURANCE COMPANY | 14/510492 | 2014-10-09 |
| 212 | AA | US | Method and system for generating real-time images of customer homes during a catastrophe | STATE FARM MUTUAL AUTOMOBILE INSURANCE COMPANY | 14/510536 | 2014-10-09 |
| 213 | AA | US | Method and system for determining the condition of insured properties in a neighborhood | STATE FARM MUTUAL AUTOMOBILE INSURANCE COMPANY | 14/510307 | 2014-10-09 |
| 214 | AA | US | Payload-release device position tracking | X Development LLC | 14/584189 | 2014-12-29 |
| 215 | AA | US | Methods and devices for demonstrating three-player pursuit-evasion game | Intelligent Fusion Technology, Inc | 14/529153 | 2014-10-31 |
| 216 | AA | US | Responsive navigation of an unmanned aerial vehicle to a remedial facility | X Development LLC | 14/542203 | 2014-11-14 |
| 217 | AA | US | System and method for dynamic wireless aerial mesh network | Mutualink, Inc. | 14/523576 | 2014-10-24 |
| 218 | AA | US | Stabilizing platform | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 14/564016 | 2014-12-08 |
| 219 | AA | US | AIRBORNE SCANNING SYSTEM AND METHOD | Jasper Mason PONS | 14/902385 | 2014-06-26 |
| 220 | AA | US | SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING UNMANNED VEHICLES | Youval Nehmadi Alon Konchitsky | 14/488853 | 2014-09-17 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---|---|-------------------|------------|
| 221 | AA | US | ROBUST AND AUTONOMOUS DOCKING AND RECHARGING OF QUADROTORS | DISNEY ENTERPRISES, INC. | 14/452819 | 2014-08-06 |
| 222 | AA | US | Transformable aerial vehicle | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 14/565119 | 2014-12-09 |
| 223 | AA | US | Automotive Drone Deployment System | Ford Global Technologies, LLC | 14/333462 | 2014-07-16 |
| 224 | AA | US | Systems and methods for UAV docking | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 14/301130 | 2014-06-10 |
| 225 | AA | US | MICRO UNMANNED AERIAL VEHICLE AND METHOD OF CONTROL THEREFOR | BCB International LTD. | 14/310307 | 2014-06-20 |
| 226 | AA | US | SYSTEM AND METHOD FOR REPORTING EVENTS | Sharper Shape Ltd. | 14/534803 | 2014-11-06 |
| 227 | AA | US | METHODS, DEVICES AND SYSTEMS FOR PROVIDING MOBILE ADVERTISING AND ON-DEMAND INFORMATION TO USER COMMUNICATION DEVICES | Carl Lamont | 14/179001 | 2014-02-12 |
| 228 | AA | US | UNMANNED DRONE, ROBOT SYSTEM FOR DELIVERING MAIL, GOODS, HUMANOID SECURITY, CRISIS NEGOTIATION, MOBILE PAYMENTS, SMART HUMANOID MAILBOX AND WEARABLE PERSONAL EXOSKELETON HEAVY LOAD FLYING MACHINE | Tiger T G Zhou Dylan T X Zhou Andrew H B Zhou | 14/285659 | 2014-05-23 |
| 229 | AA | EP | INSPECTING A SOLAR PANEL USING AN UNMANNED AERIAL VEHICLE | ABB Schweiz AG | 2014-815689 | 2014-12-17 |
| 230 | AA | EP | CONTEXT-BASED FLIGHT MODE SELECTION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2014-889182 | 2014-09-05 |
| 231 | AA | EP | SYSTEMS AND METHODS FOR UAV DOCKING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2014-885848 | 2014-05-30 |
| 232 | AA | EP | MULTI-ZONE BATTERY EXCHANGE SYSTEM | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2014-899336 | 2014-08-08 |
| 233 | AA | EP | AIRBORNE SCANNING SYSTEM AND METHOD | Pons, Jasper Mason | 2014-842812 | 2014-06-26 |
| 234 | AA | EP | Autonomously assisted and guided vehicle | Université Sciences Technologies Lille CENTRE NATIONAL DE LARECHERESCIEN TI FIQUE-CNRS- | 2014-307158 | 2014-12-23 |
| 235 | AA | PCT | INSPECTING A SOLAR PANEL USING AN UNMANNED AERIAL VEHICLE | ABB TECHNOLOGY LTD | PCT-EP2014-078236 | 2014-12-17 |
| 236 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR SURVEILLANCE WITH VISUAL MARKER | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2014-090078 | 2014-10-31 |
| 237 | AA | PCT | UNMANNED AERIAL VEHICLE, AUTOMATIC TARGET PHOTOGRAPHING DEVICE AND METHOD | 연세대학교 산학협력단 | PCT-KR2014-010214 | 2014-10-28 |
| 238 | AA | PCT | CONTEXT-BASED FLIGHT MODE SELECTION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2014-086006 | 2014-09-05 |
| 239 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR AUTOMATIC SENSOR CALIBRATION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2014-084502 | 2014-08-15 |
| 240 | AA | PCT | DRONE-MOUNTED IMAGING | BEIJING RESEARCH | PCT-CN2014 | 2014-01-23 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---|--|-------------------|------------|
| | | | HYPERSPECTRAL GEOMETRIC CORRECTION METHOD AND SYSTEM | CENTER FOR INFORMATION TECHNOLOGY IN AGRICULTURE | -071250 | |
| 241 | AA | PCT | AIRBORNE SCANNING SYSTEM AND METHOD | PONS, Jasper Mason | PCT-ZA2014-000029 | 2014-06-26 |
| 242 | AA | PCT | SYSTEM AND METHODS FOR AUTOMATED AIRPORT AIR TRAFFIC CONTROL SERVICES | IATAS (AUTOMATIC AIR TRAFFIC CONTROL) LTD SHLOOSH, Ori | PCT-IL2014-050074 | 2014-01-22 |
| 243 | AB | US | AUTONOMOUS ANCHORING METHOD AND SYSTEM FOR FOUNDATIONS OF OFFSHORE STRUCTURES | DRACE INFRAESTRUCTURAS, S.A. | 15/324504 | 2014-07-10 |
| 244 | AB | US | Detection of water in a tensioning buoy | Total S.A. | 15/115456 | 2014-02-04 |
| 245 | AB | US | ACTUALLY-MEASURED MARINE ENVIRONMENT DATA ASSIMILATION METHOD BASED ON SEQUENCE RECURSIVE FILTERING THREE-DIMENSIONAL VARIATION | HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY | 15/519823 | 2014-12-01 |
| 246 | AB | US | Generating a map using radar data | Navico Holding AS | 14/310053 | 2014-06-20 |
| 247 | AB | US | Collar for marine pile repair and method of using the same | BOSWELL ENGINEERING, INC. | 14/528387 | 2014-10-30 |
| 248 | AB | US | BIODEGRADABLE PACKAGING FOR SHIPPING | Frontier Paper & Packaging, Incorporated | 14/464281 | 2014-08-20 |
| 249 | AB | US | SYSTEM AND METHOD FOR WIRELESS BROADBAND COMMUNICATION IN A MARINE ENVIRONMENT | Joseph Clifton Anders Seacol Chin Tyler Harris Francisco David Ortiz Diego Nunez | 14/578251 | 2014-12-19 |
| 250 | AB | EP | AUTONOMOUS ANCHORING METHOD AND SYSTEM FOR FOUNDATIONS OF OFFSHORE STRUCTURES | Drace Infraestructuras S.A. | 2014-897054 | 2014-07-10 |
| 251 | AB | PCT | ACTUALLY-MEASURED MARINE ENVIRONMENT DATA ASSIMILATION METHOD BASED ON SEQUENCE RECURSIVE FILTERING THREE-DIMENSIONAL VARIATION | HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY | PCT-CN2014-001078 | 2014-12-01 |
| 252 | AB | PCT | METHOD FOR DETERMINING ECOLOGICAL RISK OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN WATER | JIANGSU PROVINCIAL ACADEMY OF ENVIRONMENTAL SCIENCE | PCT-CN2014-076122 | 2014-04-24 |
| 253 | AA | KR | 소형 무인비행체를 이용한 비전 기반의 구조물 안정성 검사 방법 | 순천대학교 산학협력단 | 10-2015-0056089 | 2015-04-21 |
| 254 | AA | KR | 드론의 움직임을 제어하기 위한 드론 제어 시스템 | 경일대학교 산학협력단 | 10-2015-0182636 | 2015-12-21 |
| 255 | AA | KR | 탐재 모니터링 시스템 | 삼성중공업 주식회사 | 10-2015-0117981 | 2015-08-21 |
| 256 | AA | KR | 드론을 이용한 감시 시스템 | 주식회사 아이티엑스엠투엠 | 10-2015-0178565 | 2015-12-14 |
| 257 | AA | KR | 안전 운반 시스템 | 삼성중공업 주식회사 | 10-2015-0173373 | 2015-12-07 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|--|-----------------|------------|
| 258 | AA | KR | 무인항공기를 이용한 실시간 목표물 위치 추적 시스템 및 방법 | 이병인 우등균 | 10-2015-0052144 | 2015-04-14 |
| 259 | AA | KR | 무인 비행체를 이용한 에스코트 서비스 시스템 및 방법 | (주)그린아이티코리아 | 10-2015-0170626 | 2015-12-02 |
| 260 | AA | KR | 무인 비행체 연동 시스템 | 엘아이지넥스원 주식회사 | 10-2015-0116288 | 2015-08-18 |
| 261 | AA | KR | 보일러 튜브 진단 장치 | 한국전력공사 | 10-2015-0135719 | 2015-09-24 |
| 262 | AA | KR | 유빙 관측장치 | 대우조선해양 주식회사 | 10-2015-0115247 | 2015-08-17 |
| 263 | AA | KR | 피보호자 찾기 시스템 | 주식회사 체크올 | 10-2015-0068604 | 2015-05-18 |
| 264 | AA | KR | 보호 장비를 구비한 무인 비행 장치 | (주) 한국전자통신교육원 | 10-2015-0111472 | 2015-08-07 |
| 265 | AA | KR | 무선 조정 비행장치를 이용한 하천 측량 시스템 | 순천대학교 산학협력단 | 10-2015-0127507 | 2015-09-09 |
| 266 | AA | KR | 무인비행체를 이용한 배낭형 재난 관측 장치 | (주)엔정보기술 | 10-2015-0098655 | 2015-07-10 |
| 267 | AA | KR | 주차 지원 시스템 및 방법, 그리고 이를 실행하는 컴퓨터 판독 가능한 기록매체 | 현대자동차주식회사 | 10-2015-0008712 | 2015-01-19 |
| 268 | AA | KR | 개인용 무인 비행체 | 한화에어로스페이스 주식회사 | 10-2015-0008255 | 2015-01-16 |
| 269 | AA | KR | 드론을 이용한 감시 시스템 및 방법 | 조승철 | 10-2015-0145006 | 2015-10-16 |
| 270 | AA | KR | 3차원 사진측량용 무인항공기 짐벌시스템 | 제주대학교 산학협력단 주식회사 가온도시정보 | 10-2015-0146147 | 2015-10-20 |
| 271 | AA | JP | 특정 비콘 추적 기능을 가지는 무인 비행체 및 추적 비콘 발신 유닛 | NAKAYO INC | 2015-251485 | 2015-12-24 |
| 272 | AA | JP | 검사 시스템 및 검사 방법 | ENERGY SOLUTIONS INC SOFTBANK TECHNOLOGY CORP CYBERTRUST JAPAN CO LTD UBIQUITOUS CORP | 2015-205313 | 2015-10-19 |
| 273 | AA | JP | GEODETTIC DATA PROCESSING DEVICE, GEODETTIC DATA PROCESSING METHOD, AND GEODETTIC DATA PROCESSING PROGRAM | TOPCON CORP | 2015-133736 | 2015-07-02 |
| 274 | AA | US | Autonomous media capturing | Robert John Gove | 14/931755 | 2015-11-03 |
| 275 | AA | US | Unmanned aerial vehicle based surveillance as a service | Amazon Technologies, Inc. | 14/738444 | 2015-06-12 |
| 276 | AA | US | Image creation using geo-fence data | Amazon Technologies, Inc. | 14/738502 | 2015-06-12 |
| 277 | AA | US | Mobile display array | Amazon Technologies, Inc. | 14/670255 | 2015-03-26 |
| 278 | AA | US | Structure from motion (SfM) processing for unmanned aerial vehicle (UAV) | KING ABDULLAH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY | 15/327917 | 2015-07-10 |
| 279 | AA | US | Aerial drone for well-site and signal survey | WellAware Holdings, Inc. | 14/734153 | 2015-06-09 |
| 280 | AA | US | Panoramic view imaging system with drone integration | IEC Infrared Systems, LLC | 14/865939 | 2015-09-25 |
| 281 | AA | US | On-demand designated delivery locator | Amazon Technologies, Inc. | 14/860215 | 2015-09-21 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|-----------------------------------|-----------|------------|
| 282 | AA | US | Methods and systems for determining a state of an unmanned aerial vehicle | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 14/949794 | 2015-11-23 |
| 283 | AA | US | Autonomous landing and control | QUALCOMM Incorporated | 14/855504 | 2015-09-16 |
| 284 | AA | US | Baiting method and apparatus for pest control | Ninox Robotics PTY LTD | 15/302621 | 2015-04-10 |
| 285 | AA | US | Evaluating commodity conditions using aerial image data | Archer Daniels Midland Company | 14/966829 | 2015-12-11 |
| 286 | AA | US | System and method for real-time overlay of map features onto a video feed | AVIGILON FORTRESS CORPORATION | 14/703633 | 2015-05-04 |
| 287 | AA | US | Seeker head and air vehicle including same | ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES LTD. | 15/129394 | 2015-04-28 |
| 288 | AA | US | Unmanned aerial vehicle routing using real-time weather data | Amazon Technologies, Inc. | 14/975547 | 2015-12-18 |
| 289 | AA | US | Method for installing an object using an unmanned aerial vehicle | Jonathan McNally | 14/806645 | 2015-07-22 |
| 290 | AA | US | External microphone for an unmanned aerial vehicle | LR Acquisition LLC | 14/875268 | 2015-10-05 |
| 291 | AA | US | Method for operating a radio-controlled flying hovercraft | QFO Labs, Inc. | 14/791253 | 2015-07-03 |
| 292 | AA | US | Hardware and system for single-camera stereo range determination | The Johns Hopkins University | 14/745779 | 2015-06-22 |
| 293 | AA | US | Method and apparatus for control of multiple autonomous mobile nodes based on dynamic situational awareness data | EPISYS SCIENCE, INC. | 14/716841 | 2015-05-19 |
| 294 | AA | US | Communication of navigation data spoofing between unmanned vehicles | Amazon Technologies, Inc. | 14/866745 | 2015-09-25 |
| 295 | AA | US | METHODS AND SYSTEMS FOR REMOTE SENSING WITH DRONES AND MOUNTED SENSOR DEVICES | GALILEO GROUP, INC. | 15/522175 | 2015-10-26 |
| 296 | AA | US | Method and apparatus for representing an aerial delivery path | HERE GLOBAL B.V. | 14/925565 | 2015-10-28 |
| 297 | AA | US | Landing of unmanned aerial vehicles on transportation vehicles for transport | Amazon Technologies, Inc. | 14/635743 | 2015-03-02 |
| 298 | AA | US | Precision agriculture system | ACCENTURE GLOBAL SERVICES LIMITED | 14/663989 | 2015-03-20 |
| 299 | AA | US | Authentication systems and methods for generating flight regulations | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 14/942994 | 2015-11-16 |
| 300 | AA | US | Unmanned aerial vehicle angular reorientation | AEROVIRONMENT, INC. | 14/947871 | 2015-11-20 |
| 301 | AA | US | Agricultural crop analysis drone | TOPCON CORP | 14/802389 | 2015-07-17 |
| 302 | AA | US | UAV-based sensing for worksite operations | Deere & Company | 14/813573 | 2015-07-30 |
| 303 | AA | US | Airborne unmanned aerial vehicle monitoring station | Amazon Technologies, Inc. | 14/724657 | 2015-05-28 |
| 304 | AA | US | Analyzing navigation data to detect navigation data | Amazon Technologies, Inc. | 14/866743 | 2015-09-25 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|--|-----------|------------|
| | | | spoofing | | | |
| 305 | AA | US | Systems and methods for controlling an unmanned aerial vehicle | GoPro, Inc. | 14/978782 | 2015-12-22 |
| 306 | AA | US | Operating a UAV with a narrow obstacle-sensor field-of-view | DRONOMY LTD. | 14/936699 | 2015-11-10 |
| 307 | AA | US | METHOD AND SYSTEM FOR IMPLEMENTING AND ENFORCING A NO-FLY ZONE OR PROHIBITIVE ZONE FOR DRONES AND UNMANNED VEHICLES | Xin Jin | 14/880221 | 2015-10-10 |
| 308 | AA | US | DRONE-BASED PERSONAL DELIVERY SYSTEM | T-Mobile U.S.A., Inc. | 14/869922 | 2015-09-29 |
| 309 | AA | US | SYSTEM AND METHODS FOR HOSTING MISSIONS WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES | Infatics, Inc. | 14/844841 | 2015-09-03 |
| 310 | AA | US | Launch-controlled unmanned aerial vehicles, and associated systems and methods | NIXIE LABS, INC. | 14/746401 | 2015-06-22 |
| 311 | AA | US | Collisionless flying of unmanned aerial vehicles that maximizes coverage of predetermined region | The United States of America as Represented by the Secretary of the Army | 14/816653 | 2015-08-03 |
| 312 | AA | US | COMMERCIAL DRONE DETECTION | Disney Enterprises, Inc. | 14/816829 | 2015-08-03 |
| 313 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR COLLABORATIVE VEHICLE TRACKING | Elwha LLC | 14/815543 | 2015-07-31 |
| 314 | AA | US | Rotary-wing drone provided with a video camera delivering stabilized sequences of images | PARROT DRONES | 14/680833 | 2015-04-07 |
| 315 | AA | US | Image registration using a modified log polar transformation | Information Systems Laboratories, Inc. | 14/956090 | 2015-12-01 |
| 316 | AA | US | Automated Resin Ridge Reduction System | THE BOEING COMPANY | 14/747222 | 2015-06-23 |
| 317 | AA | US | PERSONAL SENSORY DRONES | Intel Corporation | 14/750803 | 2015-06-25 |
| 318 | AA | US | Method of predicting crop yield loss due to N-deficiency | The Curators of the University of Missouri | 14/886712 | 2015-10-19 |
| 319 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR UAV DOCKING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 14/717987 | 2015-05-20 |
| 320 | AA | US | System and method to operate a drone | International Business Machines Corporation | 14/962147 | 2015-12-08 |
| 321 | AA | US | Substrate with lighting effect | Michael Wein | 14/797034 | 2015-07-10 |
| 322 | AA | US | HANDY BASE STATION SYSTEM, DEVICE AND METHOD | Micro Mobio Corporation | 14/702735 | 2015-05-03 |
| 323 | AA | US | Autonomously landing an unmanned aerial vehicle | SKYCATCH, INC. | 14/835510 | 2015-08-25 |
| 324 | AA | US | Systems and methods for automated cloud-based analytics for surveillance systems with unmanned aerial devices | Smartvue Corporation | 14/865684 | 2015-09-25 |
| 325 | AA | US | Method of automatically piloting a rotary-wing drone for performing camera | SQUADRONE SYSTEM | 14/985979 | 2015-12-31 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|---|-------------|------------|
| | | | movements with an onboard camera | | | |
| 326 | AA | US | Micro unmanned aerial vehicle and method of control therefor | BCB International LTD. | 14/738467 | 2015-06-12 |
| 327 | AA | US | Virtual and augmented reality cockpit and operational control systems | Recreational Drone Event Systems, LLC | 14/721268 | 2015-05-26 |
| 328 | AA | US | Systems and Methods For Haptic Remote Control Gaming | Immersion Corporation | 14/967499 | 2015-12-14 |
| 329 | AA | US | CONTEXT-BASED FLIGHT MODE SELECTION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 14/801640 | 2015-07-16 |
| 330 | AA | US | MULTI-ZONE BATTERY EXCHANGE SYSTEM | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 14/634489 | 2015-02-27 |
| 331 | AA | US | FLYING USER INTERFACE | PRAMOD KUMAR VERMA | 14/814509 | 2015-07-30 |
| 332 | AA | US | METHODS, APPARATUS AND SYSTEMS FOR GENERATING, UPDATING AND EXECUTING A CROP-HARVESTING PLAN | Aglytix, Inc. | 14/872598 | 2015-10-01 |
| 333 | AA | US | Vision-Based Aircraft Landing Aid | CHENGDU HAICUN IP TECHNOLOGY LLC | 14/637378 | 2015-03-03 |
| 334 | AA | US | CROP STAND ANALYSIS | F12 Solutions, LLC | 14/668249 | 2015-03-25 |
| 335 | AA | US | NITROGEN STATUS DETERMINATION IN GROWING CROPS | F12 SOLUTIONS, LLC | 14/637588 | 2015-03-04 |
| 336 | AA | EP | SALIENT FEATURE BASED VEHICLE POSITIONING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2015-905679 | 2015-10-09 |
| 337 | AA | EP | MONITORING | Nokia Technologies Oy | 2015-175986 | 2015-07-09 |
| 338 | AA | EP | AUTONOMOUSLY ASSISTED AND GUIDED VEHICLE | Université Sciences Technologies Lille CENTRE NATIONAL DE LARECHERCHESCIENTIFIQUE-CNRS- | 2015-801731 | 2015-11-23 |
| 339 | AA | EP | BI-DIRECTIONAL COMMUNITY INFORMATION BROKERAGE | Intel Corporation | 2015-870790 | 2015-12-14 |
| 340 | AA | EP | SYSTEM AND METHOD FOR MOBILE PLATFORM OPERATION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2015-874412 | 2015-03-31 |
| 341 | AA | EP | SYSTEM AND METHOD FOR SELECTING AN OPERATION MODE OF A MOBILE PLATFORM | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2015-871315 | 2015-06-26 |
| 342 | AA | EP | UNMANNED AERIAL COPTER FOR PHOTOGRAPHY AND/OR VIDEOGRAPHY | Lily Robotics, Inc. | 2015-795669 | 2015-05-22 |
| 343 | AA | EP | COVER | Israel Aerospace Industries Ltd. | 2015-786041 | 2015-04-28 |
| 344 | AA | EP | APPARATUS AND METHOD FOR FOCAL LENGTH ADJUSTMENT AND DEPTH MAP DETERMINATION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2015-874398 | 2015-03-16 |
| 345 | AA | EP | ROTARY-WING DRONE PROVIDED WITH A VIDEO CAMERA SUPPLYING STABILISED IMAGE SEQUENCES | PARROT DRONES | 2015-248008 | 2015-04-03 |
| 346 | AA | EP | DEVICE AND METHOD FOR DESIGNATING | Centre National d'Etudes Spatiales | 2015-305726 | 2015-05-13 |

| | | | CHARACTERISTIC POINTS | | | |
|-----|----|-----|--|---|-------------------|------------|
| 347 | AA | PCT | COASTAL EROSION MEASUREMENT DEVICE AND COASTAL EROSION RESTORATION SYSTEM | HANDONG GLOBAL UNIVERCITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION | PCT-KR2015-014418 | 2015-12-29 |
| 348 | AA | PCT | DRONE CONTROLLING SYSTEM FOR CONTROLLING MOVEMENT OF DRONE | KYUNGIL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION | PCT-KR2015-014043 | 2015-12-21 |
| 349 | AA | PCT | SALIENT FEATURE BASED VEHICLE POSITIONING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2015-091556 | 2015-10-09 |
| 350 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR SELECTING AN OPERATION MODE OF A MOBILE PLATFORM | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2015-082524 | 2015-06-26 |
| 351 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR MOBILE PLATFORM OPERATION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2015-075437 | 2015-03-31 |
| 352 | AA | PCT | AUTONOMOUSLY ASSISTED AND GUIDED VEHICLE | Université Sciences Technologies Lille CENTRE NATIONAL DE LARECHERCHESCIEN TI FIQUE-CNRS- | PCT-EP2015-077371 | 2015-11-23 |
| 353 | AA | PCT | BI-DIRECTIONAL COMMUNITY INFORMATION BROKERAGE | Intel Corporation | PCT-US2015-065518 | 2015-12-14 |
| 354 | AA | PCT | METHODS AND SYSTEMS FOR REMOTE SENSING WITH AIRBORNE DRONES AND MOUNTED SENSOR DEVICES | GALILEO GROUP, INC. | PCT-US2015-057420 | 2015-10-26 |
| 355 | AA | PCT | STRUCTURE FROM MOTION (SfM) PROCESSING FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) | KING ABDULLAH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY | PCT-US2015-039984 | 2015-07-10 |
| 356 | AA | PCT | DELIVERY SYSTEM | BURCHAT, Clinton Graeme | PCT-AU2015-000553 | 2015-09-08 |
| 357 | AA | PCT | VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY COCKPIT AND OPERATIONAL CONTROL SYSTEMS | RECREATIONAL DRONE EVENT SYSTEMS, LLC | PCT-US2015-032585 | 2015-05-27 |
| 358 | AA | PCT | MULTICHANNEL SONAR SYSTEMS AND METHODS | FLIR SYSTEMS, INC. | PCT-US2015-032304 | 2015-05-22 |
| 359 | AA | PCT | TRANSMISSION SIGNAL SHAPING SYSTEMS AND METHODS | FLIR SYSTEMS, INC. | PCT-US2015-032311 | 2015-05-22 |
| 360 | AA | PCT | UNMANNED AERIAL COPTER FOR PHOTOGRAPHY AND/OR VIDEOGRAPHY | LILY ROBOTICS, INC. | PCT-US2015-032240 | 2015-05-22 |
| 361 | AA | PCT | COVER | ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES LTD. | PCT-IL2015-050440 | 2015-04-28 |
| 362 | AA | PCT | BAITING METHOD AND APPARATUS FOR PEST CONTROL | NINOX ROBOTICS PTY LTD | PCT-AU2015-050165 | 2015-04-10 |
| 363 | AB | KR | 식생 군락 이식공법 | 이그린테크(주) | 10-2015-0068119 | 2015-05-15 |
| 364 | AB | US | Photo-coupled data acquisition system and method | XPRTSEA SOLUTIONS iNC | 14/794314 | 2015-07-08 |
| 365 | AB | US | SYSTEMS AND METHODS FOR MONITORING AND COMMUNICATING FISHING DATA | SPFM, L.P. | 14/798315 | 2015-07-13 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---------------------------------------|--|-------------------|------------|
| 366 | AB | EP | BIODEGRADABLE PACKAGING FOR SHIPPING | Frontier Paper & Packaging, Incorporated | 2015-833780 | 2015-08-20 |
| 367 | AB | PCT | BIODEGRADABLE PACKAGING FOR SHIPPING | Frontier Paper & Packaging, Incorporated | PCT-US2015-046125 | 2015-08-20 |
| 368 | AA | KR | 무인비행체의 충전위치 탐지 장치 | 주식회사 웨이브쓰리디 | 10-2016-0115018 | 2016-09-07 |
| 369 | AA | KR | 항공 촬영 무인 비행 장치 | 이준석 | 10-2016-0171377 | 2016-12-15 |
| 370 | AA | KR | 영상감시 시스템 및 이를 이용한 영상감시 방법 | 케이에스아이 주식회사 | 10-2016-0170105 | 2016-12-14 |
| 371 | AA | KR | 무인비행체를 이용한 이벤트 감시시스템 및 감시방법 | 국민대학교산학협력단 | 10-2016-0178148 | 2016-12-23 |
| 372 | AA | KR | 드론을 이용한 공동주택 보안 시스템 및 그에 따른 방법 | 광운대학교 산학협력단 | 10-2016-0158276 | 2016-11-25 |
| 373 | AA | KR | 원격 제어 기기의 위치 인식을 위한 영상 GPS 맵 오버레이 방법 | 가천대학교 산학협력단 | 10-2016-0053463 | 2016-04-29 |
| 374 | AA | KR | 무인 비행체를 이용한 비행 체험 방법 및 장치 | 한국산업기술대학교 산학협력단 | 10-2016-0164978 | 2016-12-06 |
| 375 | AA | KR | 드론용 초소형 영상 카메라 모듈 | 주식회사 휴인스 | 10-2016-0166297 | 2016-12-08 |
| 376 | AA | KR | 영상 기반의 드론 제어장치 | 문창근 | 10-2016-0159851 | 2016-11-29 |
| 377 | AA | KR | 드론을 이용한 무선전력전송 방법 및 시스템 | 한국해양대학교 산학협력단 | 10-2016-0160676 | 2016-11-29 |
| 378 | AA | KR | 드론을 이용한 보안 장치 및 방법 | 주식회사 맥스컴텍 | 10-2016-0157122 | 2016-11-24 |
| 379 | AA | KR | 가상 현실 기반의 박물관 콘텐츠 제공 시스템 | (주) 한국공학기술연구원 재단법인 전라남도 정보문화산업진흥원 | 10-2016-0182093 | 2016-12-29 |
| 380 | AA | KR | 촬영용 드론 통합 제어 장치 | 서원대학교 산학협력단 | 10-2016-0144847 | 2016-11-02 |
| 381 | AA | KR | 모션 인식 및 가상 현실을 이용한 드론 비행 제어 시스템 및 방법 | 금오공과대학교 산학협력단 | 10-2016-0110892 | 2016-08-30 |
| 382 | AA | KR | 홀로그래프 영상 디스플레이 장치 및 그의 동작 방법 | 광주과학기술원 | 10-2016-0103820 | 2016-08-16 |
| 383 | AA | KR | 드론을 이용한 재난구조시스템 및 재난구조방법 | 주식회사 벡토마이닝 | 10-2016-0097142 | 2016-07-29 |
| 384 | AA | KR | 드론의 지상물체 추적 제어 시스템 | 강원대학교 산학협력단 | 10-2016-0014180 | 2016-02-04 |
| 385 | AA | KR | 영상 추정 기반 어라운드 뷰 모니터링 장치 | 주식회사 엠씨넥스 | 10-2016-0124657 | 2016-09-28 |
| 386 | AA | KR | 공중 로봇의 이동 속도 추정 장치 및 방법 | 한국항공대학교 산학협력단 | 10-2016-0175369 | 2016-12-21 |
| 387 | AA | KR | 무인 항공기의 자동 수직 착륙을 위한 착륙 정보 획득 방법 및 장치 | 주식회사 한화 | 10-2016-0059702 | 2016-05-16 |
| 388 | AA | KR | 무인항공기 영상분석자료 기반 재난시각화 시스템 | 케이아이티밸리(주) | 10-2016-0065640 | 2016-05-27 |
| 389 | AA | KR | 편대비행 무인항공기를 이용한 영상취득장치 | 한국항공우주산업 주식회사 | 10-2016-0171311 | 2016-12-15 |
| 390 | AA | KR | 영상 분석 방법 및 장치 | 주식회사 이누씨 | 10-2016-0082353 | 2016-06-30 |
| 391 | AA | KR | 드론을 이용한 자율 방법 시스템 | (주)한국아이티에스 | 10-2016-0114046 | 2016-09-05 |
| 392 | AA | KR | 무인 비행체 항로 구축 방법 | 팅크웨어(주) | 10-2016-005 | 2016-05-10 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|-----------------------------------|---------------------|------------|
| | | | 및 시스템 | 주식회사 아이나비시스템즈 | 6914 | |
| 393 | AA | KR | 드론의 디스플레이 방법 및 그를 포함하는 리모트 컨트롤러 | 경희대학교 산학협력단 | 10-2016-005 0157 | 2016-04-25 |
| 394 | AA | KR | 작물 모니터링을 위하여 무인 비행체의 자동 경로 산정을 통한 원격 관측 방법 및 그 시스템 | (주)노루기반시스템즈 | 10-2016-009 8570 | 2016-08-02 |
| 395 | AA | KR | 무인 운행체의 원격제어시스템 | 차인철 | 10-2016-004 3500 | 2016-04-08 |
| 396 | AA | KR | 콘크리트 균열 탐지 장치 및 방법 | 울산과학기술원 | 10-2016-002 3597 | 2016-02-26 |
| 397 | AA | KR | 무인 비행체 제어 방법 및 시스템 | 링크웨어(주) 주식회사 아이나비시스템즈 | 10-2016-003 8221 | 2016-03-30 |
| 398 | AA | KR | 무인 비행체 운영 장치 | 정재성 | 10-2016-003 3727 | 2016-03-22 |
| 399 | AA | KR | 무인비행체를 이용한 적재불량 차량 단속 시스템 및 그 방법 | 주식회사에스에이티 | 10-2016-003 3029 | 2016-03-18 |
| 400 | AA | KR | VR 360도 전방위 촬영을 위한 무인 비행체용 카메라 짐볼 시스템 | 주식회사 드론오렌지 정념 | 10-2016-004 1910 | 2016-04-05 |
| 401 | AA | KR | 무인 비행기를 이용한 재해 위험 저수지 데이터베이스 구축 시스템 및 방법 | 강원대학교산학협력단 | 10-2016-002 6570 | 2016-03-04 |
| 402 | AA | KR | GNSS 기반의 측량 방법 | 동의대학교 산학협력단 | 10-2016-001 1701 | 2016-01-29 |
| 403 | AA | KR | 송전선로 전자계 및 순시 점검 영상 취득 장치 및 방법 | 한국전력공사 | 10-2016-012 0787 | 2016-09-21 |
| 404 | AA | KR | 손의 움직임 인식을 이용한 드론 제어 시스템 및 방법 | 아주대학교산학협력단 | 10-2016-001 1144 | 2016-01-29 |
| 405 | AA | KR | 회전셔터를 이용한 영상 촬영 장치와 방법 | 주식회사 이지시스 | 10-2016-000 8435 | 2016-01-24 |
| 406 | AA | KR | 국소위치인식 시스템 | 주식회사 이지시스 | 10-2016-000 8441 | 2016-01-25 |
| 407 | AA | KR | 무인항공기를 이용한 입체공간 이미지 획득 시스템 | 광주대학교산학협력단 | 10-2016-000 6717 | 2016-01-19 |
| 408 | AA | KR | 드론을 사용한 산사태 예측 지형자료 생성 및 산사태 위험지역 선정 방법 | 전주비전대학교산학협 력단 주식회사 고원공간정보 | 10-2016-000 7808 | 2016-01-21 |
| 409 | AA | KR | 국소위치인식 시스템 | 주식회사 이지시스 | 10-2016-000 4468 | 2016-01-13 |
| 410 | AA | KR | 유도 무기 탐색기 시험용 영상획득 시스템 | 한화시스템 주식회사 | 10-2016-018 0946 | 2016-12-28 |
| 411 | AA | KR | 공중 정찰용 무인 비행체, 이를 이용한 무인 방어 시스템 및 방법 | (주)세이프어스드론 | 10-2016-010 9746 | 2016-08-29 |
| 412 | AA | KR | 무인 비행 장치를 이용한 안전진단 시스템 및 이의 제어 방법 | (주)우성이엔씨 이충석 | 10-2016-009 7805 | 2016-08-01 |
| 413 | AA | KR | 공간 모델과 결합하는 드론의 영상영역 모니터링 시스템 | 주식회사 미래엔에스 | 10-2016-002 8079 | 2016-03-09 |
| 414 | AA | KR | 드론으로 촬영된 촬영이미지의 특정위치를 지도에 표시할 수 있는 위치확인시스템 | 공간정보기술 주식회사 | 10-2016-002 2071 | 2016-02-24 |
| 415 | AA | JP | 무인 항공기 제어 시스템, 그 제어 방법 및 프로그램 | CANON MARKETING JAPAN INC | 2016-194899 | 2016-09-30 |
| 416 | AA | JP | ESTIMATION PREPARING SYSTEM FOR ROOF PAINTING OR WATERPROOF | ATOMIX CO LTD | 2016-189842 | 2016-09-28 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|---|-------------|------------|
| | | | CONSTRUCTION | | | |
| 417 | AA | JP | AGRICULTURAL MANAGEMENT PREDICTION SYSTEM, AGRICULTURAL MANAGEMENT PREDICTION METHOD, AND SERVER APPARATUS | DRONE JAPAN CO LTD | 2016-185350 | 2016-09-23 |
| 418 | AA | JP | PLANT AREA DETERMINATION SYSTEM AND PLANT REGION DETERMINATION METHOD | TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY HOLDINGS INC | 2016-055692 | 2016-03-18 |
| 419 | AA | JP | 무인 비행체에 의한 약제 살포 방법 및 프로그램 | NILEWORKS INC | 2016-026609 | 2016-02-16 |
| 420 | AA | JP | 비행 고도 제어 장치, 무인 비행체, 비행 고도 제어 방법 및 비행 고도 제어 프로그램 | PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORP OF AMERICA | 2016-175206 | 2016-09-08 |
| 421 | AA | JP | 무인 비행체 및 그 제어 방법 | PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORP OF AMERICA | 2016-170719 | 2016-09-01 |
| 422 | AA | JP | 원격 작업 장치 및 제어 방법 | PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORP OF AMERICA | 2016-035647 | 2016-02-26 |
| 423 | AA | US | Image Processing in an Unmanned Autonomous Vehicle | QUALCOMM Incorporated | 16/331912 | 2016-09-23 |
| 424 | AA | US | Method for calculating the distance to a ground target from an aerial vehicle | FLIR Unmanned Aerial Systems AS | 15/552195 | 2016-02-17 |
| 425 | AA | US | Method and system of coregistration of remote sensing images | University of New Brunswick | 15/169181 | 2016-05-31 |
| 426 | AA | US | Adaptive Image Processing in an Unmanned Autonomous Vehicle | QUALCOMM Incorporated | 16/324351 | 2016-09-23 |
| 427 | AA | US | Unmanned aerial vehicle having automatic tracking function and method of controlling the same | EYEDEA INC. | 15/556203 | 2016-02-27 |
| 428 | AA | US | Gimbale universal drone controller | QUALCOMM Incorporated | 15/219116 | 2016-07-25 |
| 429 | AA | US | Remote-operated working device and control method | PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORP OF AMERICA | 15/183810 | 2016-06-16 |
| 430 | AA | US | Systems and methods for surveillance with a visual marker | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/289384 | 2016-10-10 |
| 431 | AA | US | Deployable delivery guidance | Amazon Technologies, Inc. | 15/216958 | 2016-07-22 |
| 432 | AA | US | Unmanned aerial vehicles, videography, and control methods | Platypus IP PLLC | 15/347725 | 2016-11-09 |
| 433 | AA | US | Acceleration of real time computer vision processing on UAVs through GPS attitude estimation | International Business Machines Corporation | 15/057820 | 2016-03-01 |
| 434 | AA | US | Systems, methods, apparatuses, and devices for identifying, tracking, and managing unmanned aerial | DEDRONE HOLDINGS, INC. | 15/346269 | 2016-11-08 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|--|-----------|------------|
| | | | vehicles | | | |
| 435 | AA | US | Unmanned aerial vehicle sensor calibration validation before flight | Amazon Technologies, Inc. | 15/188894 | 2016-06-21 |
| 436 | AA | US | System for measuring a plurality of tagged assets on a plurality of physical assets | UTEC SURVEY, INC. | 15/081577 | 2016-03-25 |
| 437 | AA | US | Distributed processing for producing three-dimensional reconstructions | International Business Machines Corporation | 15/170522 | 2016-06-01 |
| 438 | AA | US | Determining and using relative motion of sensor modules | Amazon Technologies, Inc. | 15/381867 | 2016-12-16 |
| 439 | AA | US | Detection of transparent elements using reflective disparities | Amazon Technologies, Inc. | 15/272128 | 2016-09-21 |
| 440 | AA | US | Survey data processing device, survey data processing method, and survey data processing program | TOPCON CORP | 15/196425 | 2016-06-29 |
| 441 | AA | US | Unmanned aerial vehicle collision avoidance system | Randy Lane Silverman | 15/290838 | 2016-10-11 |
| 442 | AA | US | Identifying camera position of a UAV in flight utilizing real time kinematic satellite navigation | SKYCATCH, INC. | 15/178052 | 2016-06-09 |
| 443 | AA | US | Utilization of National Cellular Infrastructure for UAV Command and Control | USDrobotics Inc. | 16/067581 | 2016-12-30 |
| 444 | AA | US | Processing images to remove precipitation | Amazon Technologies, Inc. | 15/253602 | 2016-08-31 |
| 445 | AA | US | Carrier for unmanned aerial vehicle | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/338147 | 2016-10-28 |
| 446 | AA | US | Location marker with lights | Amazon Technologies, Inc. | 15/250806 | 2016-08-29 |
| 447 | AA | US | Controlling ground engaging elements based on images | Deere & Company | 15/281867 | 2016-09-30 |
| 448 | AA | US | Drone with a front-view camera with segmentation of the sky image for auto-exposure control | PARROT DRONES | 15/256404 | 2016-09-02 |
| 449 | AA | US | Image-based localization of ultraviolet corona | THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE ADMINISTRATOR OF NASA | 15/139808 | 2016-04-27 |
| 450 | AA | US | System and Method for Safe Utilization of Unmanned Automated Vehicles in Entertainment Venues | USDrobotics Inc. | 16/063571 | 2016-12-28 |
| 451 | AA | US | Scanning environments and tracking unmanned aerial vehicles | PreNav, Inc. | 15/059069 | 2016-03-02 |
| 452 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR INITIALIZATION OF TARGET OBJECT IN A TRACKING SYSTEM | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/061896 | 2016-09-27 |
| 453 | AA | US | UAV and UAV landing control device and method | ZEROTECH (SHENZHEN) INTELLIGENCE ROBOT CO., LTD. | 15/198068 | 2016-06-30 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|--|-----------|------------|
| 454 | AA | US | Manned unmanned teaming (MUM-T) system to transform image data based on geographic orientation | SIKORSKY AIRCRAFT CORPORATION | 15/266886 | 2016-09-15 |
| 455 | AA | US | System and method for providing mobile personal security platform | ROADWAREZ INC. | 15/393292 | 2016-12-29 |
| 456 | AA | US | UAV DETECTION | Squarehead Technology AS | 15/773899 | 2016-11-07 |
| 457 | AA | US | Parachute deployment system for an unmanned aerial vehicle | Flirtey Holdings, Inc. | 15/294479 | 2016-10-14 |
| 458 | AA | US | Underwater image capturing apparatus | PRODRONE CO., LTD. | 15/764290 | 2016-10-07 |
| 459 | AA | US | Device for UAV detection and identification | QUALCOMM Incorporated | 15/046390 | 2016-02-17 |
| 460 | AA | US | Method and apparatus for remote, interior inspection of cavities using an unmanned aircraft system | Versatol, LLC | 15/335851 | 2016-10-27 |
| 461 | AA | US | Unmanned aerial vehicle system for taking close-up picture of facility and photography method using the same | KOREA INSTITUTE OF CIVIL ENGINEERING AND BUILDING TECHNOLOGY | 15/378057 | 2016-12-14 |
| 462 | AA | US | Drone and drone-based system for collecting and managing waste for improved sanitation | International Business Machines Corporation | 15/264720 | 2016-09-14 |
| 463 | AA | US | System and method to operate a drone | International Business Machines Corporation | 15/232366 | 2016-08-09 |
| 464 | AA | US | Drone and drone-based system for collecting and managing waste for improved sanitation | International Business Machines Corporation | 15/266475 | 2016-09-15 |
| 465 | AA | US | AUTONOMOUS INSPECTION OF ELONGATED STRUCTURES USING UNMANNED AERIAL VEHICLES | PRODRONE CO., LTD. | 15/762058 | 2016-09-22 |
| 466 | AA | US | Monitoring for movement disorders using unmanned aerial vehicles | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | 15/157690 | 2016-05-18 |
| 467 | AA | US | Image alignment correction for imaging processing during operation of an unmanned aerial vehicle | Amazon Technologies, Inc. | 15/173378 | 2016-06-03 |
| 468 | AA | US | Pavement marking determination | International Business Machines Corporation | 15/004170 | 2016-01-22 |
| 469 | AA | US | Autonomous underwater beacon locator | AJC Innovations, LLC | 15/219167 | 2016-07-25 |
| 470 | AA | US | Three-dimensional representations of objects detected by an unmanned aerial vehicle | Amazon Technologies, Inc. | 15/160443 | 2016-05-20 |
| 471 | AA | US | System and apparatus for integrating mobile sensor platforms into autonomous vehicle operational control | BIO CELLULAR DESIGN AERONAUTICS AFRICA SA | 15/385542 | 2016-12-20 |
| 472 | AA | US | Unmanned aerial vehicle sensor calibration during flight | Amazon Technologies, Inc. | 15/188919 | 2016-06-21 |
| 473 | AA | US | Systems, methods, apparatuses, and devices for | Dedrone Holdings, Inc. | 15/346298 | 2016-11-08 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|--|-----------|------------|
| | | | identifying, tracking, and managing unmanned aerial vehicles | | | |
| 474 | AA | US | Monitoring | Nokia Technologies Oy | 15/741571 | 2016-07-05 |
| 475 | AA | US | Unmanned vehicle control and operation in a marine environment | NAVICO HOLDING AS | 15/292704 | 2016-10-13 |
| 476 | AA | US | System and method for preparing an aerial hydrological-assay for golf courses | Timothy John Barrier Javier David Spyker Aaron Douglas Crawford | 15/332276 | 2016-10-24 |
| 477 | AA | US | APPARATUS AND METHOD FOR PALLET VOLUME DIMENSIONING THROUGH 3D VISION CAPABLE UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) | Datalogic IP Tech S.r.l. | 15/393082 | 2016-12-28 |
| 478 | AA | US | Apparatus for radiometric correction and orthorectification of aerial imagery | Arable Labs, Incorporated | 15/287505 | 2016-10-06 |
| 479 | AA | US | Imaging using multiple unmanned aerial vehicles | QUALCOMM Incorporated | 15/144105 | 2016-05-02 |
| 480 | AA | US | Midair tethering of an unmanned aerial vehicle with a docking station | EHOSTAR TECHNOLOGIES INTERNATIONAL CORPORATION | 15/228672 | 2016-08-04 |
| 481 | AA | US | Mobile device for monitoring user's premises | INUITIVE LTD. | 15/391296 | 2016-12-27 |
| 482 | AA | US | SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING LIVESTOCK | CATTLE-WATCH LTD | 15/575820 | 2016-04-12 |
| 483 | AA | US | Unmanned aerial vehicle approach notification | Amazon Technologies, Inc. | 15/195695 | 2016-06-28 |
| 484 | AA | US | Automatic tracking mode for controlling an unmanned aerial vehicle | QUALCOMM Incorporated | 15/190507 | 2016-06-23 |
| 485 | AA | US | AUGMENTED REALITY CROSS-CUEING SYSTEMS AND METHODS | Rapid Imaging Software, Inc. | 15/352959 | 2016-11-16 |
| 486 | AA | US | Methods and apparatus for reconfigurable power exchange for multiple UAV types | Asylon, Inc. | 15/285820 | 2016-10-05 |
| 487 | AA | US | Unmanned aerial vehicle heat sensor calibration | Amazon Technologies, Inc. | 15/188922 | 2016-06-21 |
| 488 | AA | US | Unmanned aerial vehicle camera calibration as part of departure or arrival at a materials handling facility | Amazon Technologies, Inc. | 15/188904 | 2016-06-21 |
| 489 | AA | US | Rapidly-deployable, drone-based wireless communications systems and methods for the operation thereof | EHOSTAR TECHNOLOGIES INTERNATIONAL CORPORATION | 15/392629 | 2016-12-28 |
| 490 | AA | US | Unmanned aerial vehicle assistant for monitoring of user activity | Amazon Technologies, Inc. | 15/265073 | 2016-09-14 |
| 491 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE SENSOR ACTIVATION AND CORRELATION SYSTEM | Unmanned Innovation, Inc. | 15/042630 | 2016-02-12 |
| 492 | AA | US | Image capture with privacy protection | Mace Wolf | 15/298946 | 2016-10-20 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|--|-----------|------------|
| 493 | AA | US | METHODS AND APPARATUS TO WIRELESSLY POWER AN UNMANNED AERIAL VEHICLE | Intel Corporation | 15/282628 | 2016-09-30 |
| 494 | AA | US | Flight Planning for Unmanned Aerial Tower Inspection with Long Baseline Positioning | Izak VAN CRUYNINGEN | 15/558363 | 2016-03-17 |
| 495 | AA | US | COURSE PROFILING AND SHARING | SONY CORP | 15/394511 | 2016-12-29 |
| 496 | AA | US | MONITORING THE HEALTH AND SAFETY OF PERSONNEL USING UNMANNED AERIAL VEHICLES | International Business Machines Corporation | 15/278147 | 2016-09-28 |
| 497 | AA | US | Miniature stabilized unmanned aerial vehicle gimbal | VANTAGE ROBOTICS, LLC | 15/087996 | 2016-03-31 |
| 498 | AA | US | Automated readiness evaluation system (ARES) for use with an unmanned aircraft system (UAS) | LIMITLESS COMPUTING, INC. | 15/195735 | 2016-06-28 |
| 499 | AA | US | Methods and Systems for Damping Oscillations of a Payload | X Development LLC | 15/389290 | 2016-12-22 |
| 500 | AA | US | Lost person rescue drone | International Business Machines Corporation | 15/228391 | 2016-08-04 |
| 501 | AA | US | Methods and systems for landing of unmanned aerial vehicle | Tata Consultancy Services Limited | 15/087298 | 2016-03-31 |
| 502 | AA | US | Smart Interactive and Autonomous Robotic Property Maintenance Apparatus, System, and Method | Romello Burdoucci | 15/230364 | 2016-08-05 |
| 503 | AA | US | FLIGHT PLANNING FOR UNMANNED AERIAL TOWER INSPECTION | Izak VAN CRUYNINGEN | 15/553763 | 2016-03-01 |
| 504 | AA | US | Unmanned aerial vehicle and landing method thereof | INVENTEC APPLIANCES (PUDONG) CORPORATION INVENTEC APPLIANCES CORP. | 15/169782 | 2016-06-01 |
| 505 | AA | US | Point-and-click control of unmanned, autonomous vehicle using omni-directional visors | ROBOTIC RESEARCH, LLC | 14/989599 | 2016-01-06 |
| 506 | AA | US | UAV NAVIGATION AND SENSOR SYSTEM CONFIGURATION | ROCKY MOUNTAIN EQUIPMENT CANADA LTD. | 15/547208 | 2016-01-29 |
| 507 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE PRIVACY CONTROLS | Unmanned Innovation, Inc. | 15/088042 | 2016-03-31 |
| 508 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE PRIVACY CONTROLS | Unmanned Innovation, Inc. | 15/088005 | 2016-03-31 |
| 509 | AA | US | ALLEVIATING MOVEMENT DISORDER CONDITIONS USING UNMANNED AERIAL VEHICLES | International Business Machines Corporation | 15/202032 | 2016-07-05 |
| 510 | AA | US | Automated drone systems | NIGHTINGALE INTELLIGENT SYSTEMS | 15/068442 | 2016-03-11 |
| 511 | AA | US | Drone-based mosquito amelioration based on risk | International Business Machines Corporation | 15/220500 | 2016-07-27 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|--|-----------|------------|
| | | | analysis and pattern classifiers | | | |
| 512 | AA | US | PROTECTION AND GUIDANCE GEAR OR EQUIPMENT WITH IDENTITY CODE AND IP ADDRESS | Kiomars Anvari | 15/193373 | 2016-06-27 |
| 513 | AA | US | SYSTEMS, DEVICES, AND METHODS FOR ROBOTIC REMOTE SENSING FOR PRECISION AGRICULTURE | The Trustees of the University of Pennsylvania | 15/545266 | 2016-01-27 |
| 514 | AA | US | Systems and methods for target tracking | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/182553 | 2016-06-14 |
| 515 | AA | US | Ground control point assignment and determination system | Unmanned Innovation, Inc. | 15/336569 | 2016-10-27 |
| 516 | AA | US | PERIMETER STRUCTURE FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE | Skydio, Inc. | 15/164679 | 2016-05-25 |
| 517 | AA | US | UAV, UAV FLIGHT CONTROL METHOD AND DEVICE | ZEROTECH (SHENZHEN) INTELLIGENCE ROBOT CO., LTD. | 15/198073 | 2016-06-30 |
| 518 | AA | US | DYNAMIC ROUTING BASED ON CAPTURED DATA QUALITY | Sharper Shape Ltd. | 15/163201 | 2016-05-24 |
| 519 | AA | US | Unmanned aerial vehicle sensor calibration as part of departure from a materials handling facility | Amazon Technologies, Inc. | 15/188917 | 2016-06-21 |
| 520 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR ADJUSTING FREIGHT CHARGES FOR AN UNMANNED AERIAL VEHICLE | Elwha LLC | 15/148960 | 2016-05-06 |
| 521 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR ADJUSTING A PICK UP SCHEDULE FOR AN UNMANNED AERIAL VEHICLE | Elwha LLC | 15/148961 | 2016-05-06 |
| 522 | AA | US | Bug eater | Simon Siu-Chi Yu | 15/269173 | 2016-09-19 |
| 523 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR DISPLAYING A DYNAMIC RISK LEVEL INDICATOR OF AN ATM SITE OR OTHER REMOTE MONITORING SITE ON A MAP FOR IMPROVED REMOTE MONITORING | Honeywell International Inc. | 15/141040 | 2016-04-28 |
| 524 | AA | US | Systems, methods, apparatuses, and devices for identifying and tracking unmanned aerial vehicles via a plurality of sensors | Dedrone Holdings, Inc. | 15/346251 | 2016-11-08 |
| 525 | AA | US | Drone provided with a vertical-view video camera compensated for the instantaneous rotations for estimation of the horizontal speeds | PARROT DRONES | 15/087883 | 2016-03-31 |
| 526 | AA | US | SENSOR FUSION USING INERTIAL AND IMAGE SENSORS | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/289354 | 2016-10-10 |
| 527 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR TRANSPORTING PACKAGES VIA AN UNMANNED AERIAL VEHICLE | Elwha LLC | 15/093562 | 2016-04-07 |
| 528 | AA | US | Interchangeable mounting | SZ DJI TECHNOLOGY | 15/092959 | 2016-04-07 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|---|-----------|------------|
| | | | platform | CO., LTD | | |
| 529 | AA | US | Interchangeable mounting platform | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/012210 | 2016-02-01 |
| 530 | AA | US | Interchangeable mounting assembly | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/154740 | 2016-05-13 |
| 531 | AA | US | Incident light sensor on autonomous vehicle | Amazon Technologies, Inc. | 15/243892 | 2016-08-22 |
| 532 | AA | US | Autonomous aerial cable inspection system | Google Inc. | 15/092824 | 2016-04-07 |
| 533 | AA | US | Systems and methods for automated cloud-based analytics for surveillance systems with unmanned aerial devices | KIP SMRT P1 LP | 15/220449 | 2016-07-27 |
| 534 | AA | US | Color correction system and method | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/176037 | 2016-06-07 |
| 535 | AA | US | PEST ABATEMENT UTILIZING AN AERIAL DRONE | International Business Machines Corporation | 15/045285 | 2016-02-17 |
| 536 | AA | US | DRONE INCLUDING A FRONT-VIEW CAMERA WITH ATTITUDE-INDEPENDENT CONTROL PARAMETERS, IN PARTICULAR AUTO-EXPOSURE CONTROL | PARROT DRONES | 15/256423 | 2016-09-02 |
| 537 | AA | US | APPARATUS AND METHODS FOR OBSTACLE DETECTION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/274211 | 2016-09-23 |
| 538 | AA | US | MOBILE PREMISES AUTOMATION PLATFORM | Chris DECENZO Paul DAWES Wayne FENTON Jim KITCHEN | 15/354380 | 2016-11-17 |
| 539 | AA | US | Apparatus and method for sending SOS in vehicle engaged with uninhabited aerial vehicle | Hyundai Motor Company | 15/151957 | 2016-05-11 |
| 540 | AA | US | Pavement marking determination | International Business Machines Corporation | 15/099264 | 2016-04-14 |
| 541 | AA | US | SURVEY MIGRATION SYSTEM FOR VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING (VTOL) UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS) | AeroVironment, Inc. | 15/040985 | 2016-02-10 |
| 542 | AA | US | APPARATUS AND METHOD FOR SURVEYING PREMISES OF A CUSTOMER | Wal-Mart Stores, Inc. | 15/381749 | 2016-12-16 |
| 543 | AA | US | 3D SCANNING APPARATUS INCLUDING SCANNING SENSOR DETACHABLE FROM SCREEN | Aquifi, Inc. | 15/382210 | 2016-12-16 |
| 544 | AA | US | SELFIE-DRONE SYSTEM AND PERFORMING METHOD THEREOF | National Taiwan University | 15/371260 | 2016-12-07 |
| 545 | AA | US | Systems and methods for walking pets | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/214076 | 2016-07-19 |
| 546 | AA | US | Method of predicting crop yield loss due to N-deficiency | The Curators of the University of Missouri | 15/334066 | 2016-10-25 |
| 547 | AA | US | Radio-controlled flying craft | QFO Labs, Inc. | 15/272414 | 2016-09-21 |
| 548 | AA | US | Unmanned aerial vehicle rooftop inspection system | Unmanned Innovation, Inc. | 15/068292 | 2016-03-11 |
| 549 | AA | US | Unmanned aerial vehicle rooftop inspection system | Unmanned Innovation, Inc. | 15/068327 | 2016-03-11 |
| 550 | AA | US | External microphone for an unmanned aerial vehicle | Lily Robotics, Inc. | 15/094796 | 2016-04-08 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|-----------------------------------|-----------|------------|
| 551 | AA | US | Amphibious vertical takeoff and landing unmanned device with artificial intelligence (AI) and method and system for managing a crisis environment and controlling one or more targets | Zhou Tian Xing | 15/362118 | 2016-11-28 |
| 552 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE OBSTACLE DETECTION AND AVOIDANCE | QUALCOMM Incorporated | 14/989428 | 2016-01-06 |
| 553 | AA | US | L-V-C OPERATING SYSTEM AND UNMANNED AERIAL VEHICLE TRAINING/TESTING METHOD USING THE SAME | 고려대학교 산학협력단 | 15/357235 | 2016-11-21 |
| 554 | AA | US | TRANSMISSION SIGNAL SHAPING SYSTEMS AND METHODS | FLIR Systems, Inc. | 15/352462 | 2016-11-15 |
| 555 | AA | US | MULTICHANNEL SONAR SYSTEMS AND METHODS | FLIR Systems, Inc. | 15/353579 | 2016-11-16 |
| 556 | AA | US | Robotic platform and method for performing multiple functions in agricultural systems | ROWBOT SYSTEMS LLC | 14/994485 | 2016-01-13 |
| 557 | AA | US | ADAPTIVE POSITIONING SYSTEM | 5D Robotics, Inc. | 15/149064 | 2016-05-06 |
| 558 | AA | US | Multi-zone battery exchange system | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/048948 | 2016-02-19 |
| 559 | AA | US | MARKETING REAL ESTATE USING COMPOSITED AERIAL PHOTOGRAPH AND FLOOR PLAN | Ryan Murphey | 15/271640 | 2016-09-21 |
| 560 | AA | US | CAMERA DRONE SYSTEMS AND METHODS FOR MAINTAINING CAPTURED REAL-TIME IMAGES VERTICAL | Chengdu CK Technology CO., LTD. | 15/145640 | 2016-05-03 |
| 561 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR TRANSMITTING UNDERWATER SIGNALS | Chengdu CK Technology CO., LTD. | 15/156981 | 2016-05-17 |
| 562 | AA | US | SYSTEM FOR AUTHORIZING, EXECUTING, AND DISTRIBUTING UNMANNED AERIAL VEHICLE FLIGHT-BEHAVIOR PROFILES | Vantage Robotics, LLC | 15/099381 | 2016-04-14 |
| 563 | AA | US | Incident light sensor on autonomous vehicle | Amazon Technologies, Inc. | 15/063136 | 2016-03-07 |
| 564 | AA | US | METHOD FOR PROVIDING COMPARATIVE FITTING AND SIZING RECOMMENDATIONS FOR SADDLES | Robert DIADONE Lisa Dereszewski | 15/053960 | 2016-02-25 |
| 565 | AA | US | METHOD AND APPARATUS FOR WAREHOUSE CYCLE COUNTING USING A DRONE | DRONEWARE TECHNOLOGY CORPORATION | 15/013029 | 2016-02-02 |
| 566 | AA | US | Systems, Methods and Devices for Collecting Data at Remote Oil and Natural Gas Sites | Greg Meffert | 15/077165 | 2016-03-22 |
| 567 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR PROVIDING LOCATION SPECIFIC CONTENT AND NOTIFICATIONS UTILIZING BEACONS AND DRONES | Fresh Digital, Inc. | 14/993056 | 2016-01-11 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|--|-------------|------------|
| 568 | AA | US | REAL TIME ASSESSMENT OF PICTURE QUALITY | SnapAid Ltd. | 15/007253 | 2016-01-27 |
| 569 | AA | EP | MOUNT CONTROL METHOD AND SYSTEM | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2016-911090 | 2016-08-03 |
| 570 | AA | EP | OBJECT SENSE AND AVOID SYSTEM FOR AUTONOMOUS VEHICLES | Lawrence Livermore National Security, LLC | 2016-831542 | 2016-07-06 |
| 571 | AA | EP | SYSTEMS AND METHODS FOR COORDINATING DEVICE ACTIONS | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2016-901942 | 2016-05-16 |
| 572 | AA | EP | PRECISION AGRICULTURE SYSTEM | ACCENTURE GLOBAL SERVICES LIMITED | 2016-151175 | 2016-01-14 |
| 573 | AA | EP | SYSTEMS AND METHODS FOR ADJUSTING UAV TRAJECTORY | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2016-891042 | 2016-02-26 |
| 574 | AA | EP | COMPONENT AND USER MANAGEMENT FOR UAV SYSTEMS | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2016-917094 | 2016-09-27 |
| 575 | AA | EP | DEVICE AND METHOD FOR AN UNMANNED FLYING OBJECT | Pfoertzsch, Antony | 2016-828716 | 2016-12-19 |
| 576 | AA | EP | SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING COMPUTERIZED MODELS OF STRUCTURES USING GEOMETRY EXTRACTION AND RECONSTRUCTION TECHNIQUES | GEOMNI, INC. | 2016-873975 | 2016-12-09 |
| 577 | AA | EP | UAV DETECTION | Squarehead Technology AS | 2016-795405 | 2016-11-07 |
| 578 | AA | EP | SYSTEMS AND METHODS FOR UAV PATH PLANNING AND CONTROL | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2016-858592 | 2016-02-29 |
| 579 | AA | EP | AUTONOMOUS INSPECTION OF ELONGATED STRUCTURES USING UNMANNED AERIAL VEHICLES | PRODRONE CO., LTD. | 2016-775135 | 2016-09-22 |
| 580 | AA | EP | DRONE PROVIDED WITH A VIDEO CAMERA WITH COMPENSATED VERTICAL FOCUSING OF INSTANTANEOUS ROTATIONS FOR ESTIMATING HORIZONTAL SPEEDS | PARROT DRONES | 2016-162801 | 2016-03-30 |
| 581 | AA | EP | PERSONAL SENSORY DRONES | Intel Corporation | 2016-814960 | 2016-05-25 |
| 582 | AA | EP | FLYING SENSOR | Leica Geosystems AG | 2016-192915 | 2016-10-07 |
| 583 | AA | EP | COMPLIANCE METHOD AND SYSTEM FOR TRAFFIC CONTROL DEVICES | Strada Sign Supply Inc. | 2016-782412 | 2016-04-22 |
| 584 | AA | EP | SYSTEM FOR AUTHORIZING, EXECUTING, AND DISTRIBUTING UNMANNED AERIAL VEHICLE FLIGHT-BEHAVIOR PROFILES | Fisher, Tobin Van Niekerk, Johannes, Becker | 2016-784600 | 2016-04-14 |
| 585 | AA | EP | FLIGHT PLANNING FOR UNMANNED AERIAL TOWER INSPECTION WITH LONG BASELINE POSITIONING | Van Cruyningen, Izak | 2016-765756 | 2016-03-17 |
| 586 | AA | EP | UAV AND UAV LANDING CONTROL DEVICE AND METHOD | ZEROTECH (Shenzhen) Intelligence Robot Co., Ltd. | 2016-183866 | 2016-08-11 |
| 587 | AA | EP | SELFIE-DRONE SYSTEM AND | National Taiwan | 2016-204575 | 2016-12-16 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|--|--------------------------------------|-------------------|------------|
| | | | PERFORMING METHOD THEREOF | University | | |
| 588 | AA | EP | METHOD AND APPARATUS FOR REPRESENTING AN AERIAL DELIVERY PATH | HERE Global B.V. | 2016-194642 | 2016-10-19 |
| 589 | AA | EP | BORDER INSPECTION WITH AERIAL CAMERAS | ACCENTURE GLOBAL SERVICES LIMITED | 2016-192746 | 2016-10-07 |
| 590 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR SUPPORTING SYNCHRONIZATION IN A MOVABLE PLATFORM | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-108891 | 2016-12-07 |
| 591 | AA | PCT | FAST THREE-DIMENSIONAL SPACE PROJECTION AND PHOTOGRAPHING VISUAL IDENTIFICATION SYSTEM | SHENZHEN WOWOTO TECHNOLOGY CO., LTD. | PCT-CN2016-107305 | 2016-11-25 |
| 592 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR MOMENT CAPTURING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-102190 | 2016-10-14 |
| 593 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR INITIALIZATION OF TARGET OBJECT IN A TRACKING SYSTEM | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-100361 | 2016-09-27 |
| 594 | AA | PCT | COMPONENT AND USER MANAGEMENT FOR UAV SYSTEMS | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-100455 | 2016-09-27 |
| 595 | AA | PCT | ADAPTIVE MOTION FILTERING IN AN UNMANNED AUTONOMOUS VEHICLE | QUALCOMM Incorporated | PCT-CN2016-099832 | 2016-09-23 |
| 596 | AA | PCT | METHODS AND SYSTEM FOR VISION-BASED LANDING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-100190 | 2016-09-26 |
| 597 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR LOCATING A MOVING OBJECT | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-096160 | 2016-08-22 |
| 598 | AA | PCT | TETHERED AERIAL DRONE SYSTEM | MOTOROLA SOLUTIONS, INC. | PCT-PL2016-050035 | 2016-08-19 |
| 599 | AA | PCT | COPYRIGHT NOTICE | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-093768 | 2016-08-06 |
| 600 | AA | PCT | METHODS AND SYSTEMS FOR OBSTACLE IDENTIFICATION AND AVOIDANCE | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-093282 | 2016-08-04 |
| 601 | AA | PCT | TARGET-BASED IMAGE EXPOSURE ADJUSTMENT | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-092112 | 2016-07-28 |
| 602 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR IMAGE PROCESSING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-089303 | 2016-07-08 |
| 603 | AA | PCT | OBJECT SENSE AND AVOID SYSTEM FOR AUTONOMOUS VEHICLES | BEER, Reginald, N. | PCT-US2016-041208 | 2016-07-06 |
| 604 | AA | PCT | LASER-ENHANCED VISUAL SIMULTANEOUS LOCALIZATION AND MAPPING (SLAM) FOR MOBILE DEVICES | ISEE, INC. | PCT-US2016-039291 | 2016-06-24 |
| 605 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR COORDINATING DEVICE ACTIONS | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-082188 | 2016-05-16 |
| 606 | AA | PCT | AUTONOMOUS AERIAL CABLE INSPECTION SYSTEM | GOOGLE INC. | PCT-US2016-065157 | 2016-12-06 |
| 607 | AA | PCT | UAV HARDWARE ARCHITECTURE | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-074783 | 2016-02-29 |
| 608 | AA | PCT | METHODS AND SYSTEMS FOR TARGET TRACKING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-075247 | 2016-03-01 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|--|------------------------------------|-------------------|------------|
| 609 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR ADJUSTING UAV TRAJECTORY | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-074686 | 2016-02-26 |
| 610 | AA | PCT | UNMANNED AERIAL VEHICLE ROOFTOP INSPECTION SYSTEM | Unmanned Innovation, Inc. | PCT-US2016-067835 | 2016-12-20 |
| 611 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING AN UNMANNED AERIAL VEHICLE | GOPRO, INC. | PCT-IB2016-057960 | 2016-12-22 |
| 612 | AA | PCT | DEVICE AND METHOD FOR AN UNMANNED FLYING OBJECT | PFOERTZSCH, Antony | PCT-EP2016-081700 | 2016-12-19 |
| 613 | AA | PCT | PROPERTY LANDSCAPE MANAGEMENT APPARATUS AND METHOD | Intel Corporation | PCT-US2016-061520 | 2016-11-11 |
| 614 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING COMPUTERIZED MODELS OF STRUCTURES USING GEOMETRY EXTRACTION AND RECONSTRUCTION TECHNIQUES | XACTWARE SOLUTIONS, INC. | PCT-US2016-065947 | 2016-12-09 |
| 615 | AA | PCT | UAV DETECTION | SQUAREHEAD TECHNOLOGY AS | PCT-GB2016-053482 | 2016-11-07 |
| 616 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR UAV PATH PLANNING AND CONTROL | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2016-074830 | 2016-02-29 |
| 617 | AA | PCT | AUTONOMOUS INSPECTION OF ELONGATED STRUCTURES USING UNMANNED AERIAL VEHICLES | PRODRONE CO., LTD. | PCT-EP2016-072533 | 2016-09-22 |
| 618 | AA | PCT | WELLSITE EMISSIONS MONITORING AND CONTROL | SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V. | PCT-US2016-050326 | 2016-09-05 |
| 619 | AA | PCT | RIVER SURVEYING SYSTEM USING RADIO-CONTROLLED FLIGHT DEVICE | 순천대학교 산학협력단 | PCT-KR2016-010197 | 2016-09-09 |
| 620 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR SELF-GEOPOSITION UNMANNED AERIAL VEHICLE | UVISION AIR LTD | PCT-IL2016-050934 | 2016-08-25 |
| 621 | AA | PCT | APPARATUS FOR CAPTURING AERIAL VIEW IMAGES | DRONES LATAM S.R.L. | PCT-US2016-045336 | 2016-08-03 |
| 622 | AA | PCT | PHOTOGRAPHING DEVICE AND METHOD USING DRONE TO AUTOMATICALLY TRACK AND PHOTOGRAPH MOVING OBJECT | PRODRONE CO., LTD. | PCT-CN2016-093490 | 2016-08-05 |
| 623 | AA | PCT | PERSONAL SENSORY DRONES | Intel Corporation | PCT-US2016-034119 | 2016-05-25 |
| 624 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING LIVESTOCK | CATTLE-WATCH LTD | PCT-IL2016-050385 | 2016-04-12 |
| 625 | AA | PCT | DEVICE AND METHOD FOR DESIGNATING CHARACTERISTIC POINTS | CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES | PCT-EP2016-059653 | 2016-04-29 |
| 626 | AA | PCT | COMPLIANCE METHOD AND SYSTEM FOR TRAFFIC CONTROL DEVICES | Strada Sign Supply Inc. | PCT-CA2016-000125 | 2016-04-22 |
| 627 | AA | PCT | CONTENT SEARCH AND RESULTS | VITTORIO, Steven, Michael | PCT-US2016-028080 | 2016-04-18 |
| 628 | AA | PCT | FLIGHT PLANNING FOR UNMANNED AERIAL TOWER INSPECTION WITH LONG | VAN CRUYNINGEN, Izaak | PCT-US2016-022902 | 2016-03-17 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|--|--|-------------------|------------|
| | | | BASELINE POSITIONING | | | |
| 629 | AA | PCT | METHOD FOR CALCULATING THE DISTANCE TO A GROUND TARGET FROM AN AERIAL VEHICLE | PROX DYNAMICS AS | PCT-EP2016-053302 | 2016-02-17 |
| 630 | AA | PCT | SURVEY MIGRATION SYSTEM FOR VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING (VTOL) UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS) | AEROVIRONMENT, INC. | PCT-US2016-017417 | 2016-02-10 |
| 631 | AA | PCT | UAV NAVIGATION AND SENSOR SYSTEM CONFIGURATION | ROCKY MOUNTAIN EQUIPMENT CANADA LTD. | PCT-CA2016-050078 | 2016-01-29 |
| 632 | AB | KR | 해양수산 분야에서 생명연구자원 정보를 통합하기 위한 시스템 및 그 방법 | 주식회사 선도소프트 | 10-2016-0095908 | 2016-07-28 |
| 633 | AB | KR | 수중 고정표적과 클러터 식별을 위한 가변 데이터 맵 및 가변 통계적 특징정보를 적용하는 클러터 제거 방법 및 장치 | 국방과학연구소 | 10-2016-0001252 | 2016-01-05 |
| 634 | AB | KR | 피지추론 기반 대상 시설물의 기후변화 영향 평가정보 생성방법 및 그 시스템 | 연세대학교 산학협력단 | 10-2016-0080160 | 2016-06-27 |
| 635 | AB | US | ENVIRONMENT-FRIENDLY MARINE FUEL | MAWETAL LLC | 16/089894 | 2016-10-18 |
| 636 | AB | US | Autonomous biobuoy systems and methods | The United States of America as represented by the Secretary of the Navy | 15/386117 | 2016-12-21 |
| 637 | AB | US | SYSTEMS AND METHODS FOR MONITORING AND CLASSIFYING MARINE ANIMALS BASED ON ACOUSTIC SIGNALS | Northeastern University | 15/271890 | 2016-09-21 |
| 638 | AB | US | COMPACT RETRIEVABLE HORIZONTAL MODULAR CONNECTORIZED DISTRIBUTION UNIT AND MOUNTING BASE FRAME FOR SUBSEA APPLICATIONS | Teledyne Benthos, Inc. | 15/245053 | 2016-08-23 |
| 639 | AB | US | CONSTRUCTION METHOD FOR PLANTING HOLLOW COLUMNS IN A SEABED OF A MARINE ENVIRONMENT FOR SUPPORTING WATERBORNE STRUCTURES THEREON | Carlos Wong CBJ (HONG KONG) OCEAN ENGINEERING LTD. | 15/264049 | 2016-09-13 |
| 640 | AB | PCT | ENVIRONMENT-FRIENDLY MARINE FUEL | MAWETAL LLC | PCT-US2016-057540 | 2016-10-18 |
| 641 | AB | PCT | TEACHING TOY KIT AND MARINE MOLD IDENTIFICATION METHOD THEREOF | SHANGHAI PUTAO TECHNOLOGY CO., LTD. | PCT-CN2016-105734 | 2016-11-14 |
| 642 | AB | PCT | AN ELONGATED HOSE UNIT FOR TRANSFERRING A FLOWABLE MEDIUM | VINJE INDUSTRI AS | PCT-NO2016-050231 | 2016-11-16 |
| 643 | AA | KR | 시뮬레이션 멀미 탐지 및 조종객체 제어 장치와 방법 | 경희대학교 산학협력단 | 10-2017-0179781 | 2017-12-26 |
| 644 | AA | KR | 라이다 장치 | 주식회사 에스오에스랩 | 10-2017-0176361 | 2017-12-20 |
| 645 | AA | KR | 드론을 이용한 데이터 수집 방법 및 장치 | (주)엔젤스윙 | 10-2017-0161847 | 2017-11-29 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|-----------------------|---------------------|------------|
| 646 | AA | KR | 지형변화량 가시화 방법 및 장치 | (주)엔젤스윙 | 10-2017-016 1853 | 2017-11-29 |
| 647 | AA | KR | 가시광 카메라와 열화상 카메라를 이용한 구조물의 건전도 평가 시스템 | 고려대학교 산학협력단 | 10-2017-015 1565 | 2017-11-14 |
| 648 | AA | KR | 드론용 카메라 시스템 | 주식회사 서틴스플로어 | 10-2017-015 1690 | 2017-11-14 |
| 649 | AA | KR | 드론 데이터 제어 방법, 이를 이용하는 장치 및 시스템 | 엔드론 주식회사 | 10-2017-014 9870 | 2017-11-10 |
| 650 | AA | KR | 장거리 드론 시스템의 충전을 위한 무인 유도 도킹 시스템 | 주식회사 이지스로직 | 10-2017-011 9236 | 2017-09-18 |
| 651 | AA | KR | 음파와 드론 그리고 로봇을 이용한 무인 감시시스템 | 권용훈 | 10-2017-014 2549 | 2017-10-30 |
| 652 | AA | KR | 드론을 이용한 저탄량 측정 시스템 | 한국중부발전(주) | 10-2017-012 1684 | 2017-09-21 |
| 653 | AA | KR | 재난 환경 내 환경 가시화 및 로봇 운용 장치 및 그 방법 | 한국로봇융합연구원 | 10-2017-016 4856 | 2017-12-04 |
| 654 | AA | KR | 무인항공기 촬영 로그(LOG) 파일 좌표변환 방법 | (주)원지리정보 | 10-2017-010 5660 | 2017-08-21 |
| 655 | AA | KR | 위성 영상을 이용한 재해 및 재난 경보 방법 및 그 방법을 수행하는 재해 및 재난 경보 서버 | 이화여자대학교 산학협력단 | 10-2017-006 5645 | 2017-05-26 |
| 656 | AA | KR | 다수의 무인 항공기들을 사용하는 이미징 | QUALCOMM Incorporated | 10-2018-703 1535 | 2017-02-17 |
| 657 | AA | KR | 드론의 영상을 수신하여 실시간으로 사람인식 영상분석 프로그램을 실행하는 드론 시스템 | 주식회사 휴인스 | 10-2017-005 7012 | 2017-05-04 |
| 658 | AA | KR | 패턴을 이용한 농경지 농작물의 판별장치 및 방법 | 주식회사 공간정보 | 10-2017-007 2976 | 2017-06-12 |
| 659 | AA | KR | 드론을 활용한 갯벌 지역에서의 갯골 정보 추출 장치 및 방법 | 목포대학교산학협력단 | 10-2017-002 1185 | 2017-02-16 |
| 660 | AA | KR | 가스기구를 구비한 유선 드론 | 김경수 | 10-2017-009 3365 | 2017-07-24 |
| 661 | AA | KR | 가디언모듈을 이용한 해킹 프리 드론 통신 시스템 | (주)동연시스템 | 10-2017-005 3311 | 2017-04-26 |
| 662 | AA | KR | 드론을 이용한 응급 구조 시스템 | 주식회사 아이라이즈 | 10-2017-013 5876 | 2017-10-19 |
| 663 | AA | KR | 정적 및/또는 모션 장면을 캡처하기 위해 다중-카메라 네트워크의 이용을 위한 시스템 및 방법 | SONY CORP | 10-2018-702 2226 | 2017-01-27 |
| 664 | AA | KR | RF 기반 다중 무인 비행체의 측위 및 궤적 제어 장치 및 그 시스템 | 광주과학기술원 | 10-2017-004 2258 | 2017-03-31 |
| 665 | AA | KR | 드론을 이용한 3D 영상 처리 시스템 및 방법 | 변정태 | 10-2017-014 7882 | 2017-11-08 |
| 666 | AA | KR | 복수의 센서들을 구비한 IoT기반 드론시스템 | 주식회사 휴인스 | 10-2017-002 4046 | 2017-02-23 |
| 667 | AA | KR | 드론을 이용한 동물의 위협 저지 방법 | 금오공과대학교 산학협력단 | 10-2017-000 7304 | 2017-01-16 |
| 668 | AA | KR | 보행자 검출 장치 및 방법 | 영남대학교 산학협력단 | 10-2017-001 9454 | 2017-02-13 |
| 669 | AA | KR | 무인 항공 측량용 드론 | 신용겸 | 10-2017-009 7995 | 2017-08-02 |
| 670 | AA | KR | 드론을 이용한 지하시설물의 위치정보 수집방법 | (주)한성개발공사 (자)한진개발공사 | 10-2017-017 1573 | 2017-12-13 |
| 671 | AA | KR | 원격지 드론 제어 단말과 지역 드론 스테이션 네트워크 | 오영식 | 10-2017-000 7484 | 2017-01-16 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|---|-----------------|------------|
| | | | 시스템 및 그 방법 | | | |
| 672 | AA | KR | 설피용 촬영 시스템 및 이를 이용한 촬영 방법 | 이승호 | 10-2017-0073647 | 2017-06-13 |
| 673 | AA | KR | 드론을 이용한 저탄장 변화감시 시스템 | 한국중부발전(주) | 10-2017-0121687 | 2017-09-21 |
| 674 | AA | KR | 폐기물 부피 산출 방법 및 폐기물 부피 산출 시스템 | 서울대학교산학협력단 | 10-2017-0020084 | 2017-02-14 |
| 675 | AA | KR | 통신망을 통해서 제어되는 드론 및 드론의 제어 방법 | 주식회사 네이블커뮤니케이션즈 | 10-2017-0168555 | 2017-12-08 |
| 676 | AA | KR | 비행체 감시 장치 | 소리노리닷컴(주) | 10-2017-0096421 | 2017-07-28 |
| 677 | AA | KR | 3차원 문화재 모델 구축 방법 | (주)아세아항공측 | 10-2017-0140245 | 2017-10-26 |
| 678 | AA | KR | 실시간 지상 보상물건 정보취득 시스템 및 이를 이용한 보상물건 정보 취득 방법 | 충북개발공사 | 10-2017-0052959 | 2017-04-25 |
| 679 | AA | KR | 무인항공기를 이용한 타겟 탐색 시스템(TARGET SEARCH SYSTEM USING AN UNMANNED AERIAL VEHICLE) | 이병섭 | 10-2017-0136314 | 2017-10-20 |
| 680 | AA | KR | 드론을 이용한 감시 시스템 | 주식회사 아울 | 10-2017-0144098 | 2017-10-31 |
| 681 | AA | KR | 공간영상 이미지 내에 피사체 정보의 오류 보정 기능을 갖는 영상도화 처리시스템(System Processing The Drawing Of Image) | 주식회사 우리강산시스템 | 10-2017-0171391 | 2017-12-13 |
| 682 | AA | KR | 전기비저항 모니터링 및 지진계측의 통합트리거링과 드론 영상촬영을 이용한 위험취약구조물 통합 모니터링 시스템 및 그 방법 | (주)희송지오택 | 10-2017-0078526 | 2017-06-21 |
| 683 | AA | KR | 드론 기반 수질 모니터링 시스템 및 방법 | (주)해동기술개발공사 | 10-2017-0084451 | 2017-07-03 |
| 684 | AA | KR | 항공촬영 영상물을 기초로 제작된 수치지도의 업그레이트용 공간영상도화 시스템 | (주)태영정보시스템 | 10-2017-0133627 | 2017-10-13 |
| 685 | AA | KR | 호버링용 위치보정장치 | 아이디어주식회사 | 10-2017-0070581 | 2017-06-07 |
| 686 | AA | KR | 공중 추적 영상촬영을 위한 무선비행체 및 카메라 짐벌 제어시스템 | 주식회사 하우넷 | 10-2017-0067756 | 2017-05-31 |
| 687 | AA | KR | 촬영 모듈의 방진 구조를 가지는 헬리캠 | 주식회사 하우넷 | 10-2017-0067819 | 2017-05-31 |
| 688 | AA | KR | 경도선/위도선을 기반으로 교통로를 구성하고, 지도 검색을 수행하는 방법 및 장치 | 장수진 | 10-2017-0009669 | 2017-01-20 |
| 689 | AA | JP | 무인 비행체에 의한 공중촬영 시스템, 방법 및 프로그램 | OPTIM CORP | 2018-550482 | 2017-04-28 |
| 690 | AA | JP | VEGETATION COVER DEGREE DETERMINATION METHOD AND VEGETATION COVER DEGREE DETERMINATION DEVICE | TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY HOLDINGS INC | 2017-163570 | 2017-08-28 |
| 691 | AA | JP | VEGETATION AREA DETERMINATION METHOD AND VEGETATION AREA DETERMINATION DEVICE | TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY HOLDINGS INC | 2017-163569 | 2017-08-28 |
| 692 | AA | JP | 촬영 제어 시스템 | CANON INC | 2017-137520 | 2017-07-14 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|-----------------------------------|-------------|------------|
| 693 | AA | JP | IMAGING DEVICE, CAMERA-EQUIPPED DRONE, MODE CONTROL METHOD, AND PROGRAM | SONY CORP | 2017-131674 | 2017-07-05 |
| 694 | AA | JP | AERIAL PHOTOGRAPHING SYSTEM FOR FARM FIELD | KUBOTA CORP | 2017-126777 | 2017-06-28 |
| 695 | AA | JP | INDOOR SPACE INSPECTION METHOD | MITSUBISHI HEAVY IND LTD | 2017-027433 | 2017-02-17 |
| 696 | AA | JP | 항공 화상으로부터의 자동 물체 감지를 위한 방법 및 시스템 | GEOSAT AEROSPACE & TECHNOLOGY INC | 2017-228695 | 2017-11-29 |
| 697 | AA | JP | 무인 비행체에 의한 약제 살포 방법, 프로그램 및 장치 | NILEWORKS INC | 2018-510642 | 2017-10-12 |
| 698 | AA | US | AUGMENTED-HUMAN FIELD INSPECTION TOOLS FOR AUTOMATED PHENOTYPING SYSTEMS AND AGRONOMY TOOLS | X Development LLC | 15/854607 | 2017-12-26 |
| 699 | AA | US | DRONE PATH PLANNING | Intel Corporation | 15/851273 | 2017-12-21 |
| 700 | AA | US | Autonomous self-driving vehicle with advertising platform | Alexander Terzian | 15/613190 | 2017-06-03 |
| 701 | AA | US | Spatio-temporal awareness engine for priority tree based region selection across multiple input cameras and multimodal sensor empowered awareness engine for target recovery and object path prediction | Airspace Systems, Inc. | 15/729581 | 2017-10-10 |
| 702 | AA | US | Stabilizing platform | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/487172 | 2017-04-13 |
| 703 | AA | US | SYSTEM AND METHOD FOR MAPPING AND BUILDING DATABASE FOR HARVESTING-DILUTION TASKS USING AERIAL DRONES | TEVEL ADVANCED TECHNOLOGIES LTD. | 16/325017 | 2017-08-17 |
| 704 | AA | US | RADAR AIDED VISUAL INERTIAL ODOMETRY INITIALIZATION | QUALCOMM Incorporated | 15/826567 | 2017-11-29 |
| 705 | AA | US | Unmanned aerial vehicle sensor calibration via sensor channel | Amazon Technologies, Inc. | 15/789310 | 2017-10-20 |
| 706 | AA | US | Automated drone systems | Nightingale Intelligent Systems | 15/832648 | 2017-12-05 |
| 707 | AA | US | APPARATUS AND METHOD FOR ANALYZING INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC WAVES | AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT | 15/849539 | 2017-12-20 |
| 708 | AA | US | Capturing images of a game by an unmanned autonomous vehicle | QUALCOMM Incorporated | 15/397286 | 2017-01-03 |
| 709 | AA | US | Unmanned aircraft systems and methods | Walmart Apollo, LLC | 15/460578 | 2017-03-16 |
| 710 | AA | US | Determining position or orientation relative to a marker | Amazon Technologies, Inc. | 15/415180 | 2017-01-25 |
| 711 | AA | US | POSITIONING SYSTEM FOR AERIAL NON-DESTRUCTIVE INSPECTION | THE BOEING COMPANY | 15/714662 | 2017-09-25 |
| 712 | AA | US | Method and Device for Planning and/or Controlling | Liebherr-Werk Biberach GmbH | 16/091920 | 2017-04-06 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|---|-----------|------------|
| | | | and/or Simulating the Operation of a Construction Machine | | | |
| 713 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE ALIGNMENT SYSTEM | Intel Corporation | 15/716628 | 2017-09-27 |
| 714 | AA | US | DRONE AUTHENTICATION SYSTEM | AT&T Intellectual Property I, L.P. | 15/704548 | 2017-09-14 |
| 715 | AA | US | VEHICLE INSPECTION | Ford Global Technologies, LLC | 15/689604 | 2017-08-29 |
| 716 | AA | US | Implementation of a rescue drone | International Business Machines Corporation | 15/848507 | 2017-12-20 |
| 717 | AA | US | SYSTEMS, METHODS AND APPARATUS FOR SELF-COORDINATED DRONE BASED DIGITAL SIGNAGE | Intel Corporation | 15/857550 | 2017-12-28 |
| 718 | AA | US | Unmanned aircraft obstacle avoidance | Pictometry International Corp. | 15/803211 | 2017-11-03 |
| 719 | AA | US | Agricultural crop analysis drone | TOPCON CORP | 15/658968 | 2017-07-25 |
| 720 | AA | US | Launch-controlled unmanned aerial vehicles, and associated systems and methods | NIXIE LABS, INC. | 15/449793 | 2017-03-03 |
| 721 | AA | US | SECURITY DRONE SYSTEM | Superior Communications, Inc. | 15/654614 | 2017-07-19 |
| 722 | AA | US | Action camera system for unmanned aerial vehicle | Dragonfly Innovations Inc. | 15/707752 | 2017-09-18 |
| 723 | AA | US | METHOD AND SYSTEM FOR GENERATING FLIGHT PLAN OF UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR AERIAL INSPECTION | Sharper Shape Ltd. | 15/643547 | 2017-07-07 |
| 724 | AA | US | Sensor-Centric Path Planning and Control for Robotic Vehicles | QUALCOMM Incorporated | 15/641735 | 2017-07-05 |
| 725 | AA | US | Directed image capture | HOVER INC. | 15/475932 | 2017-03-31 |
| 726 | AA | US | MAP REGISTRATION POINT COLLECTION WITH MOBILE DRONE | Faraday&Future Inc. | 15/690162 | 2017-08-29 |
| 727 | AA | US | Time Limited Image Sharing | Fredrick T Howard | 15/756494 | 2017-01-31 |
| 728 | AA | US | Systems and methods for walking pets | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/827787 | 2017-11-30 |
| 729 | AA | US | Energy grid data platform | Gordon Todd Jagerson, Jr. | 15/465413 | 2017-03-21 |
| 730 | AA | US | HUMAN INDICATION OF TARGET DRONE FOR INTERCEPTION | Raytheon BBN Technologies Corp. | 15/443156 | 2017-02-27 |
| 731 | AA | US | Unmanned aircraft systems and methods to interact with specifically intended objects | Walmart Apollo, LLC | 15/457638 | 2017-03-13 |
| 732 | AA | US | Wide area augmented reality location-based services | Nant Holdings IP, LLC | 15/794993 | 2017-10-26 |
| 733 | AA | US | Systems and methods for flight simulation | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/415743 | 2017-01-25 |
| 734 | AA | US | CALIBRATION OF LASER AND VISION SENSORS | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/730617 | 2017-10-11 |
| 735 | AA | US | System and Method for UAV Based Mobile Messaging | Usman Hafeez David Mauer | 15/491467 | 2017-04-19 |
| 736 | AA | US | Systems and methods for surface and subsurface damage assessments, patch scans, and visualization | Loveland Innovations, LLC | 15/796672 | 2017-10-27 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|---|-----------|------------|
| 737 | AA | US | Modular camera drone | SWL Robotics, Inc. | 15/457530 | 2017-03-13 |
| 738 | AA | US | DETECTING GAS LEAKS USING UNMANNED AERIAL VEHICLES | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | 15/479325 | 2017-04-05 |
| 739 | AA | US | POWER HARVESTING DRONE | Intel Corporation | 15/476558 | 2017-03-31 |
| 740 | AA | US | Drone-based mosquito amelioration based on risk analysis and pattern classifiers | International Business Machines Corporation | 15/802579 | 2017-11-03 |
| 741 | AA | US | INFORMATION PROCESSING SYSTEM, INFORMATION PROCESSING DEVICE, AND INFORMATION PROCESSING METHOD | Aerosense Inc. | 15/718670 | 2017-09-28 |
| 742 | AA | US | CROWD DETECTION, ANALYSIS, AND CATEGORIZATION | INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION | 15/718113 | 2017-09-28 |
| 743 | AA | US | Unmanned aerial vehicle rooftop inspection system | Unmanned Innovation, Inc. | 15/470614 | 2017-03-27 |
| 744 | AA | US | Camera Auto-Calibration with Gyroscope | QUALCOMM Incorporated | 15/641510 | 2017-07-05 |
| 745 | AA | US | Autonomous Vehicle Maneuver Recognition | Sentera, LLC | 15/424423 | 2017-02-03 |
| 746 | AA | US | Drone device security system | Lucas J. Myslinski | 15/472858 | 2017-03-29 |
| 747 | AA | US | Drone device security system | Lucas J. Myslinski | 15/472894 | 2017-03-29 |
| 748 | AA | US | UAV, CONTROL SYSTEM AND INTERMEDIARY DEVICE FOR UAV | National Taiwan University | 15/847881 | 2017-12-19 |
| 749 | AA | US | Systems, methods, apparatuses, and devices for identifying and tracking unmanned aerial vehicles via a plurality of sensors | Dedrone Holdings, Inc. | 15/728081 | 2017-10-09 |
| 750 | AA | US | MYOELECTRIC CONTROL OF UNMANNED AERIAL VEHICLE BY PROSTHETIC LIMB | International Business Machines Corporation | 15/399109 | 2017-01-05 |
| 751 | AA | US | DRONE FOR AUTONOMOUSLY COMPLETING A TASK | Wal-Mart Stores, Inc. | 15/851455 | 2017-12-21 |
| 752 | AA | US | METHOD FOR OPERATING UNMANNED AERIAL VEHICLE AND ELECTRONIC DEVICE FOR SUPPORTING THE SAME | Samsung Electronics Co., Ltd. | 15/825454 | 2017-11-29 |
| 753 | AA | US | OBJECT TRACKING BY AN UNMANNED AERIAL VEHICLE USING VISUAL SENSORS | Skydio, Inc. | 15/827945 | 2017-11-30 |
| 754 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE AND METHOD FOR CONTROLLING FLIGHT OF THE SAME | Samsung Electronics Co., Ltd. | 15/825836 | 2017-11-29 |
| 755 | AA | US | SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING HUMANS BY AN UNMANNED AUTONOMOUS VEHICLE | Wal-Mart Stores, Inc. | 15/815936 | 2017-11-17 |
| 756 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR PROVIDING LOCATION SPECIFIC CONTENT AND NOTIFICATIONS UTILIZING BEACONS AND DRONES | Fresh Digital, Inc. | 15/824635 | 2017-11-28 |
| 757 | AA | US | AERIAL DISPLAY MORPHING | Tobias Gurdan | 15/721137 | 2017-09-29 |
| 758 | AA | US | SEQUENCED DRONE LAUNCH AND RECOVERY | Tobias Gurdan | 15/721178 | 2017-09-29 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|---|--------------------------------|-----------|------------|
| 759 | AA | US | DRONE COMPRISING A DEVICE FOR DETERMINING A REPRESENTATION OF A TARGET VIA A NEURAL NETWORK, RELATED DETERMINATION METHOD AND COMPUTER | PARROT DRONES | 15/804239 | 2017-11-06 |
| 760 | AA | US | SYSTEM AND METHOD TO ENABLE DELIVERY AND PICK UP OF PACKAGES USING PODS AND UNMANNED VEHICLES | Aniruddha Rajendra Gupte | 15/659641 | 2017-07-26 |
| 761 | AA | US | Beacon deployment enabling location based services (LBS) in an urban or city environment | Ehud Mendelson | 15/687445 | 2017-08-26 |
| 762 | AA | US | Drone piloted in a spherical coordinate system by a gestural with multi-segment members, control method and associated computer program | PARROT DRONES | 15/792150 | 2017-10-24 |
| 763 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE ANGULAR REORIENTATION | AeroVironment, Inc. | 15/689945 | 2017-08-29 |
| 764 | AA | US | AERIAL DRONE-BASED SYSTEMS AND METHODS FOR ADAPTIVELY PROVIDING AN AERIAL RELOCATABLE COMMUNICATION HUB WITHIN A DELIVERY VEHICLE | Federal Express Corporation | 15/711005 | 2017-09-21 |
| 765 | AA | US | PAIRED DRONE-BASED SYSTEMS AND METHODS FOR CONDUCTING A VERIFIED INSPECTION OF DELIVERY VEHICLE | Federal Express Corporation | 15/711244 | 2017-09-21 |
| 766 | AA | US | PAIRED DRONE-BASED SYSTEMS AND METHODS FOR CONDUCTING A MODIFIED INSPECTION OF A DELIVERY VEHICLE | Federal Express Corporation | 15/711167 | 2017-09-21 |
| 767 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR MONITORING THE INTERNAL STORAGE CONTENTS OF A SHIPMENT STORAGE USING ONE OR MORE INTERNAL MONITOR DRONES | Federal Express Corporation | 15/710957 | 2017-09-21 |
| 768 | AA | US | Payload-Release Device Position Tracking | X Development LLC | 15/818621 | 2017-11-20 |
| 769 | AA | US | Unmanned aerial vehicle rooftop inspection system | Unmanned Innovation, Inc. | 15/462245 | 2017-03-17 |
| 770 | AA | US | On-demand roadway stewardship system | Jayant Ratti | 15/689350 | 2017-08-29 |
| 771 | AA | US | UNMANNED AIRCRAFT STRUCTURE EVALUATION SYSTEM AND METHOD | Pictometry International Corp. | 15/802950 | 2017-11-03 |
| 772 | AA | US | INTELLIGENT EVENT RESPONSE WITH UNMANNED AERIAL SYSTEM | Group Care Technologies, LLC | 15/684549 | 2017-08-23 |
| 773 | AA | US | UNMANNED AIRCRAFT STRUCTURE EVALUATION SYSTEM AND METHOD | Pictometry International Corp. | 15/803071 | 2017-11-03 |
| 774 | AA | US | Method for capturing a | PARROT DRONES | 15/672692 | 2017-08-09 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|--|-----------|------------|
| | | | video, related computer program and electronic system for capturing a video | | | |
| 775 | AA | US | Control of an unmanned aerial vehicle through multi-touch interactive visualization | Skydio, Inc. | 15/591883 | 2017-05-10 |
| 776 | AA | US | Cascade recognition for personal tracking via unmanned aerial vehicle (UAV) | Trace Live Network Inc. | 15/651672 | 2017-07-17 |
| 777 | AA | US | COMMUNICATIONS AND LANDINGS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES ON TRANSPORTATION VEHICLES FOR TRANSPORT | Amazon Technologies, Inc. | 15/785886 | 2017-10-17 |
| 778 | AA | US | DRONE WITH AN OBSTACLE AVOIDING SYSTEM | PARROT DRONES | 15/662163 | 2017-07-27 |
| 779 | AA | US | METHOD OF AND SYSTEM FOR ADVERTISING REAL ESTATE WITHIN A DEFINED GEO-TARGETED AUDIENCE | Barbara Carey Stachowski | 15/610133 | 2017-05-31 |
| 780 | AA | US | Identifications of Patterns of Life Through Analysis of Devices within Monitored Volumes | Ed Recavarren Lynn Yanyo Brad Richardson | 15/658916 | 2017-07-25 |
| 781 | AA | US | Unmanned aerial vehicle rooftop inspection system | Unmanned Innovation, Inc. | 15/462577 | 2017-03-17 |
| 782 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE PLATFORM | Verizon Patent and Licensing Inc. | 15/718665 | 2017-09-28 |
| 783 | AA | US | DISPENSER FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES, PLATFORMS AND SYSTEMS | Angad Singh Sawhney Manan Suri | 15/650574 | 2017-07-14 |
| 784 | AA | US | Systems and methods for walking pets | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/493072 | 2017-04-20 |
| 785 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE WIND TURBINE INSPECTION SYSTEMS AND METHODS | Unmanned Innovation, Inc. | 15/637952 | 2017-06-29 |
| 786 | AA | US | METHOD AND SYSTEM FOR MOTION CONTROLLED MOBILE VIEWING | Barbara Carey Stachowski | 15/610081 | 2017-05-31 |
| 787 | AA | US | PAVEMENT MARKING DETERMINATION | International Business Machines Corporation | 15/681587 | 2017-08-21 |
| 788 | AA | US | PAVEMENT MARKING DETERMINATION | International Business Machines Corporation | 15/682603 | 2017-08-22 |
| 789 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE AREA SURVEYING | Unmanned Innovation, Inc. | 15/600290 | 2017-05-19 |
| 790 | AA | US | UNMANNED AERIAL VEHICLE ELECTROMAGNETIC AVOIDANCE AND UTILIZATION SYSTEM | Unmanned Innovation, Inc. | 15/598204 | 2017-05-17 |
| 791 | AA | US | SUSTAINED VEHICLE VELOCITY VIA VIRTUAL PRIVATE INFRASTRUCTURE | Donald Warren Taylor | 15/489974 | 2017-04-18 |
| 792 | AA | US | STABILIZED MICRO SPATIAL WIND VECTOR DETECTION APPARATUS AND METHOD FOR USE IN MARINE ENVIRONMENTS | David Grober | 15/592140 | 2017-05-10 |
| 793 | AA | US | Wide area augmented reality location-based services | Nant Holdings IP, LLC | 15/406146 | 2017-01-13 |
| 794 | AA | US | Automated Activation and/or | Federal Signal | 15/479704 | 2017-04-05 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|---|-------------|------------|
| | | | Charging of Cameras and/or Autonomous Vehicles | Corporation | | |
| 795 | AA | US | GESTURE-BASED UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) CONTROL | ATLAS DYNAMIC LIMITED | 15/497723 | 2017-04-26 |
| 796 | AA | US | Means of controlling large numbers of commercial drones over airports and populated areas | NORTHROP GRUMMAN CORPORATION | 15/418345 | 2017-01-27 |
| 797 | AA | US | METHOD AND A SYSTEM FOR OBJECT RECOGNITION | TRAX TECHNOLOGY SOLUTIONS PTE. LTD. | 15/616474 | 2017-06-07 |
| 798 | AA | US | INTERCEPT DRONE TASKED TO LOCATION OF LIDAR TRACKED DRONE | Raytheon BBN Technologies Corp. | 15/443182 | 2017-02-27 |
| 799 | AA | US | COUNTER DRONE SYSTEM | Raytheon BBN Technologies Corp. | 15/443143 | 2017-02-27 |
| 800 | AA | US | LIDAR SITE MODEL TO AID COUNTER DRONE SYSTEM | Raytheon BBN Technologies Corp. | 15/443165 | 2017-02-27 |
| 801 | AA | US | METHOD OF ENCODING AND DECODING A VIDEO OF A DRONE, AND ASSOCIATED DEVICES | PARROT DRONES | 15/415428 | 2017-01-25 |
| 802 | AA | US | Alternate means of controlling large numbers of commercial drones over airports and populated areas | NORTHROP GRUMMAN CORPORATION | 15/418419 | 2017-01-27 |
| 803 | AA | US | PERSONAL FAN DRONE | Razmik Karabed | 15/443355 | 2017-02-27 |
| 804 | AA | US | Unmanned Aerial Vehicle Visual Line of Sight Control | Unmanned Innovation, Inc. | 15/449846 | 2017-03-03 |
| 805 | AA | US | DIAL STRUCTURE, REMOTE CONTROLLER EMPLOYING THE SAME, AND CONTROLLING METHOD | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/478341 | 2017-04-04 |
| 806 | AA | US | GIMBAL FOR IMAGE CAPTURING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/471744 | 2017-03-28 |
| 807 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR MONITORING OBJECTS AT SPORTING EVENTS | Pillar Vision, Inc. | 15/438289 | 2017-02-21 |
| 808 | AA | US | Drone device security system | Lucas J. Myslinski | 15/422642 | 2017-02-02 |
| 809 | AA | US | SALIENT FEATURE BASED VEHICLE POSITIONING | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 15/404038 | 2017-01-11 |
| 810 | AA | EP | PATH PLANNING USING SPARSE VOLUMETRIC DATA | MOVIDIUS LTD. | 2017-842252 | 2017-08-19 |
| 811 | AA | EP | FLIGHT PLANNING SYSTEM AND METHOD FOR INTERCEPTION VEHICLES | Iron Drone Ltd. | 2017-868873 | 2017-08-14 |
| 812 | AA | EP | IMAGING USING MULTIPLE UNMANNED AERIAL VEHICLES | QUALCOMM Incorporated | 2017-710806 | 2017-02-17 |
| 813 | AA | EP | A DRONE AND METHOD OF CONTROLLING FLIGHT OF A DRONE | ETH Zurich | 2017-180855 | 2017-07-12 |
| 814 | AA | EP | A METHOD FOR FORECASTING THE PARAMETERS OF A PHENOMENON OR THE ACTIVITIES OF AN OBJECT, PARTICULARLY ANIMATE, IN A GIVEN GEOGRAPHIC AREA | Instytut Lotnictwa | 2017-200395 | 2017-11-07 |
| 815 | AA | EP | SYSTEM FOR PROVIDING A VISUAL AERIAL PRESENTATION | Ars Electronica Linz GmbH & Co KG Flying Screens Ltd. | 2017-152363 | 2017-01-20 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|--|----------------------------------|-------------------|------------|
| 816 | AA | EP | MODELLING SYSTEM AND METHOD | Nctech Ltd | 2017-187829 | 2017-08-24 |
| 817 | AA | EP | SYSTEMS AND METHODS FOR DISPLAYING A DYNAMIC RISK LEVEL INDICATOR OF AN ATM SITE OR OTHER REMOTE MONITORING SITE ON A MAP FOR IMPROVED REMOTE MONITORING | Honeywell International Inc. | 2017-165480 | 2017-04-07 |
| 818 | AA | EP | METHOD FOR THE CORRECT IMPLEMENTATION OF A PLANOGRAM INSIDE A POINT OF SALE | CEFLA SOCIETA' COOPERATIVA | 2017-167189 | 2017-04-20 |
| 819 | AA | PCT | AUTONOMOUS UNMANNED VEHICLES FOR RESPONDING TO SITUATIONS | Intel Corporation | PCT-US2017-067547 | 2017-12-20 |
| 820 | AA | PCT | DRONE DATA CONTROL METHOD, AND DEVICE AND SYSTEM USING SAME | NDRONE CO., LTD. | PCT-KR2017-012945 | 2017-11-15 |
| 821 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR PROCESSING AND DISPLAYING IMAGE DATA BASED ON ATTITUDE INFORMATION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2017-104508 | 2017-09-29 |
| 822 | AA | PCT | REMOTELY CONTROLLED AIRBORNE VEHICLE PROVIDING FIELD SENSOR COMMUNICATION AND SITE IMAGING DURING FACTORY FAILURE CONDITIONS | HONEYWELL INTERNATIONAL INC. | PCT-US2017-051699 | 2017-09-15 |
| 823 | AA | PCT | LOCATING A VEHICLE USING A DRONE | FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC | PCT-US2017-045803 | 2017-08-07 |
| 824 | AA | PCT | PHOTOGRAPHING CONTROL METHOD AND DEVICE | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2017-085791 | 2017-05-24 |
| 825 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR GENERATING REAL-TIME MAP USING MOVABLE OBJECT | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | PCT-CN2017-082230 | 2017-04-27 |
| 826 | AA | PCT | ANOMALY DETECTION SYSTEM, ANOMALY DETECTION METHOD, AND PROGRAM | OPTIM CORP | PCT-JP2017-007805 | 2017-02-28 |
| 827 | AA | PCT | CAMERA AUTO-CALIBRATION WITH GYROSCOPE | QUALCOMM Incorporated | PCT-US2017-068346 | 2017-12-22 |
| 828 | AA | PCT | CAPTURING IMAGES OF A GAME BY AN UNMANNED AUTONOMOUS VEHICLE | QUALCOMM Incorporated | PCT-US2017-057992 | 2017-10-24 |
| 829 | AA | PCT | IMAGE SENSOR BASED AUTONOMOUS LANDING | ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES LTD. | PCT-IL2017-051357 | 2017-12-18 |
| 830 | AA | PCT | LOCALISATION OF MOBILE DEVICE USING IMAGE AND NON-IMAGE SENSOR DATA IN SERVER PROCESSING | BLUE VISION LABS UK LIMITED | PCT-GB2017-053874 | 2017-12-21 |
| 831 | AA | PCT | CONTROL SYSTEM AND METHOD FOR DRONE WITH REMOTE CONTROLLER | POWERSVISION ROBOT INC. | PCT-CN2017-116563 | 2017-12-15 |
| 832 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING HUMANS BY AN UNMANNED AUTONOMOUS VEHICLE | WAL-MART STORES, INC. | PCT-US2017-062500 | 2017-11-20 |
| 833 | AA | PCT | FLIGHT PLANNING SYSTEM AND METHOD FOR INTERCEPTION VEHICLES | IRON DRONE LTD. | PCT-US2017-046697 | 2017-08-14 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---|---|-------------------|------------|
| 834 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR AUTOMATICALLY ACQUIRING TWO-DIMENSIONAL IMAGES AND THREE-DIMENSIONAL POINT CLOUD DATA OF A FIELD TO BE SURVEYED | DATUMATE LTD. | PCT-IL2017-051201 | 2017-11-02 |
| 835 | AA | PCT | HAPTIC AUGMENTED REALITY ASSISTED SELF-SERVICE FOR WIRELESS NETWORKS | NOKIA TECHNOLOGIES OY | PCT-US2017-037833 | 2017-06-16 |
| 836 | AA | PCT | COURSE PROFILING AND SHARING | SONY CORP | PCT-US2017-048064 | 2017-08-22 |
| 837 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR MONITORING THE INTERNAL STORAGE CONTENTS OF A SHIPMENT STORAGE USING ONE OR MORE INTERNAL MONITOR DRONES | FEDERAL EXPRESS CORPORATION | PCT-US2017-052676 | 2017-09-21 |
| 838 | AA | PCT | LIGHT MEASUREMENT USING AN AUTONOMOUS VEHICLE | OSRAM SYLVANIA INC. SITECO BELEUCHTUNGSTECHNIK GMBH | PCT-US2017-051932 | 2017-09-15 |
| 839 | AA | PCT | UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR AERIAL RECONNAISSANCE, AND UNMANNED DEFENSE SYSTEM AND METHOD USING SAME | SAFEUSDRONE CO.,LTD. | PCT-KR2017-009239 | 2017-08-24 |
| 840 | AA | PCT | INTELLIGENT EVENT RESPONSE WITH UNMANNED AERIAL SYSTEM | GROUP CARE TECHNOLOGIES, LLC | PCT-US2017-048240 | 2017-08-23 |
| 841 | AA | PCT | PATH PLANNING USING SPARSE VOLUMETRIC DATA | LINEAR ALGEBRA TECHNOLOGIES LIMITED | PCT-US2017-047697 | 2017-08-19 |
| 842 | AA | PCT | IDENTIFICATIONS OF PATTERNS OF LIFE THROUGH ANALYSIS OF DEVICES WITHIN MONITORED VOLUMES | EDUARDO, Recavarren RICHARDSON, Brad YANYO, Lynn | PCT-US2017-043839 | 2017-07-26 |
| 843 | AA | PCT | METHOD FOR SEARCHING FOR OPTIMAL ROUTE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE, AND SERVER AND SYSTEM FOR SEARCHING FOR OPTIMAL ROUTE | VICS INC. | PCT-KR2017-008177 | 2017-07-28 |
| 844 | AA | PCT | INTELLIGENT AUTONOMOUS DRONE FLEET MANAGEMENT | UNMANNED SYSTEMS LTD. | PCT-EP2017-061812 | 2017-05-17 |
| 845 | AA | PCT | IMAGING USING MULTIPLE UNMANNED AERIAL VEHICLES | QUALCOMM Incorporated | PCT-US2017-018387 | 2017-02-17 |
| 846 | AA | PCT | SYSTEM FOR PROVIDING LAND VEHICLE SUPPORT OPERATIONS USING AN UNMANNED AUTONOMOUS VEHICLE | JAGUAR LAND ROVER LIMITED | PCT-EP2017-055862 | 2017-03-13 |
| 847 | AA | PCT | UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS AND METHODS | WAL-MART STORES, INC. | PCT-US2017-022234 | 2017-03-14 |
| 848 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR MONITORING OBJECTS AT SPORTING EVENTS | PILLAR VISION, INC. | PCT-US2017-018725 | 2017-02-21 |
| 849 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR SAFE POSITIVE CONTROL ELECTRONIC PROCESSING FOR AUTONOMOUS | RUSSELL, David Wayne | PCT-US2017-014215 | 2017-01-20 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|--|--|-------------------|------------|
| | | | VEHICLES | | | |
| 850 | AB | US | HOT CORROSION-RESISTANT COATINGS FOR GAS TURBINE COMPONENTS | BARSON COMPOSITES CORPORATION | 15/686803 | 2017-08-25 |
| 851 | AB | PCT | A HOSE ARRANGEMENT AND A METHOD FOR DETECTING AN OPERATIONAL CHANGE OF A HOSE ARRANGEMENT | VINJE INDUSTRI AS | PCT-NO2017-050309 | 2017-11-29 |
| 852 | AB | PCT | A HOSE ARRANGEMENT AND A METHOD FOR TESTING THE INTEGRITY OF A HOSE UNIT OF A HOSE ARRANGEMENT | VINJE INDUSTRI AS | PCT-NO2017-050310 | 2017-11-29 |
| 853 | AB | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR ACTUATING HYDRALICALLY-ACTUATED DEVICES | TRANSOCEAN INNOVATION LABS LTD | PCT-US2017-050227 | 2017-09-06 |
| 854 | AA | KR | 실물영상기반 리얼타임 가상공장(Real image and video based real-time virtual factory) | 주식회사 이피엠솔루션즈 | 10-2018-0126842 | 2018-10-23 |
| 855 | AA | KR | 무인비행체 군집비행에서의 비행안전 및 장애복구 시스템 및 그 방법(SYSTEM FOR FLYING SAFETY AND FAULT RECOVERY IN SWARM FLIGHT OF UNMANNED AERIAL VEHICLES AND METHOD THEREOF) | 전북대학교산학협력단 | 10-2018-0071786 | 2018-06-22 |
| 856 | AA | KR | 오프로딩 시스템을 통해 무인 비행체의 영상을 분석하기 위한 방법 및 장치 | 아주대학교산학협력단 | 10-2018-0094348 | 2018-08-13 |
| 857 | AA | KR | 무인기와 무선단말기 간의 상호 인식 방법 | 주식회사 아르고스다인 | 10-2018-0041726 | 2018-04-10 |
| 858 | AA | KR | 지상지형 및 지물의 3D 형상이미지 촬영이 가능한 항공촬영 시스템 | 서광항업 주식회사 | 10-2018-0131780 | 2018-10-31 |
| 859 | AA | KR | 무인 비행유닛을 이용한 항공영상 촬영 시스템 | 주식회사 메티스메이크 | 10-2018-0116931 | 2018-10-01 |
| 860 | AA | KR | 실시간 해상 수질 모니터링 시스템 | (주)해양정보기술 | 10-2018-0019534 | 2018-02-19 |
| 861 | AA | JP | 무인 항공기의 비행 계획 경로를 설정하기 위한 시스템 및 프로그램 | ACSL INC | 2018-062591 | 2018-03-28 |
| 862 | AA | JP | METHOD, SYSTEM, AND PROGRAM FOR EXECUTING ERROR RECOVERY | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 2018-132694 | 2018-07-12 |
| 863 | AA | JP | 정보 처리 시스템 및 그 제어 방법, 프로그램 | CANON MARKETING JAPAN INC | 2018-068613 | 2018-03-30 |
| 864 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS ASSOCIATED WITH UNMANNED AERIAL VEHICLE TARGETING ACCURACY | General Electric Company | 15/861054 | 2018-01-03 |
| 865 | AA | US | Survey system | TOPCON CORP | 15/913002 | 2018-03-06 |
| 866 | AA | US | Evaluation Method of Solar Energy Utilization Potential in Urban High-density Areas Based on Low-altitude Photogrammetry | HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY | 16/205464 | 2018-11-30 |
| 867 | AA | US | METHODS AND SYSTEMS FOR IMPROVING THE PRECISION OF AUTONOMOUS LANDINGS | Reese A. Mozer Eitan Babcock Zach Harvey | 16/102196 | 2018-08-13 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|---|-----------|------------|
| | | | BY DRONE AIRCRAFT ON LANDING TARGETS | | | |
| 868 | AA | US | Autonomous vehicle assistance systems | Boaz Kenane | 15/865483 | 2018-01-09 |
| 869 | AA | US | Autonomous Drone Bees | Arnaud Z. Ajamian | 16/224683 | 2018-12-18 |
| 870 | AA | US | Millimeter-Wave Airborne Radar for 3-Dimensional Imaging of Moving and Stationary Targets | THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF AMERICA, as represented by THE SECRETARY OF THE NAVY | 16/223923 | 2018-12-18 |
| 871 | AA | US | METHODS AND APPARATUS FOR IMAGE LOCATING RELATIVE TO THE GLOBAL STRUCTURE | PANTON, INC. | 16/212288 | 2018-12-06 |
| 872 | AA | US | System and method for automatically determining crop characteristics using unmanned aerial vehicle (UAV) | Biotique Systems, Inc. | 16/145897 | 2018-09-28 |
| 873 | AA | US | METHOD AND SYSTEM FOR POSITIONING OF AUTONOMOUSLY OPERATING ENTITIES | VoxelMaps Inc. | 16/191453 | 2018-11-15 |
| 874 | AA | US | Ultrasound Analytics for Actionable Information | Alarm.com Incorporated | 16/205037 | 2018-11-29 |
| 875 | AA | US | IDENTIFYING CAMERA POSITION OF A UAV IN FLIGHT UTILIZING REAL TIME KINEMATIC SATELLITE NAVIGATION | Skycatch, Inc. | 16/223335 | 2018-12-18 |
| 876 | AA | US | ACCELERATION OF REAL TIME COMPUTER VISION PROCESSING ON UAVS THROUGH GPS ATTITUDE ESTIMATION | International Business Machines Corporation | 16/234792 | 2018-12-28 |
| 877 | AA | US | UNDERGROUND INFRASTRUCTURE SENSING USING UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) | RedZone Robotics, Inc. | 16/184054 | 2018-11-08 |
| 878 | AA | US | CONTINUOUS UNMANNED AIRBORNE AND UNDERWATER MONITORING PLATFORM | ThayerMahan, Inc. | 16/179701 | 2018-11-02 |
| 879 | AA | US | CRISSCROSS BOUSTROPHEDONIC FLIGHT PATTERNS FOR UAV SCANNING AND IMAGING | Loveland Innovations, LLC | 16/035888 | 2018-07-16 |
| 880 | AA | US | METHOD FOR ADAPTIVE MISSION EXECUTION ON AN UNMANNED AERIAL VEHICLE | Infatics, Inc. | 16/230363 | 2018-12-21 |
| 881 | AA | US | CONTROL METHOD | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/206405 | 2018-11-30 |
| 882 | AA | US | STRUCTURE FROM MOTION (SfM) PROCESSING FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) | KING ABDULLAH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY | 16/201335 | 2018-11-27 |
| 883 | AA | US | POSITION-BASED CONTROL OF UNMANNED AERIAL VEHICLES | GoPro, Inc. | 15/915630 | 2018-03-08 |
| 884 | AA | US | CONTEXTUAL PRESENTATION SYSTEM | Dronicar Inc. | 16/136234 | 2018-09-19 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|--|-----------|------------|
| 885 | AA | US | INTELLIGENT INVENTORY MANAGEMENT AND RELATED SYSTEMS AND METHODS | Fellow, Inc. | 16/138758 | 2018-09-21 |
| 886 | AA | US | INTERCHANGEABLE MOUNTING PLATFORM | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/194590 | 2018-11-19 |
| 887 | AA | US | SYSTEM AND METHOD FOR PROVIDING MOBILE PERSONAL SECURITY PLATFORM | ROADWAREZ INC. | 16/175875 | 2018-10-31 |
| 888 | AA | US | METHOD FOR TRANSMITTING INFORMATION FROM MOTOR VEHICLES | FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC | 16/115855 | 2018-08-29 |
| 889 | AA | US | CONTROLLER FOR AN UNMANNED AERIAL VEHICLE | JAGUAR LAND ROVER LIMITED | 16/057343 | 2018-08-07 |
| 890 | AA | US | VEHICLE AND TRAILER MANEUVER ASSIST SYSTEM | MAGNA ELECTRONICS INC. | 16/110575 | 2018-08-23 |
| 891 | AA | US | UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS AND METHODS TO INTERACT WITH SPECIFICALLY INTENDED OBJECTS | Walmart Apollo, LLC | 16/168615 | 2018-10-23 |
| 892 | AA | US | WIDE AREA AUGMENTED REALITY LOCATION-BASED SERVICES | Nant Holdings IP, LLC | 16/168419 | 2018-10-23 |
| 893 | AA | US | REMOTE SCANNING AND DETECTION APPARATUS AND METHOD | GSE TECHNOLOGIES, LLC | 16/157918 | 2018-10-11 |
| 894 | AA | US | Incident Site Investigation and Management Support System Based on Unmanned Aerial Vehicles | Jing Jin Bobby Ouyang Seyedamirali Mostafavizadeh Ardestani Yizhou Wang Xiaowen Jiang Tianya Zhang | 16/101535 | 2018-08-13 |
| 895 | AA | US | AUTOROTATING UNMANNED AERIAL VEHICLE SURVEYING PLATFORM | Queen's University at Kingston | 16/046436 | 2018-07-26 |
| 896 | AA | US | Electronic device and method for generating, from at least one pair of successive images of a scene, a depth map of the scene, associated drone and computer program | PARROT DRONES | 16/043790 | 2018-07-24 |
| 897 | AA | US | METHOD FOR CREATING A 3D MODEL OF AN OBJECT | Testo SE & Co. KGaA | 16/042188 | 2018-07-23 |
| 898 | AA | US | COLLABORATIVE STEREO SYSTEM FOR THREE-DIMENSIONAL TERRAIN AND OBJECT RECONSTRUCTION | California Institute of Technology | 16/049309 | 2018-07-30 |
| 899 | AA | US | Drone device security system | Lucas J. Myslinski | 16/017168 | 2018-06-25 |
| 900 | AA | US | HOVER CONTROL | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/136607 | 2018-09-20 |
| 901 | AA | US | Unmanned aircraft structure evaluation system and method | Pictometry International Corp. | 16/049056 | 2018-07-30 |
| 902 | AA | US | CONTROL METHOD, CONTROL SYSTEM, AND SMART GLASSES FOR FIRST PERSON VIEW UNMANNED AERIAL VEHICLE FLIGHT | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/133316 | 2018-09-17 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|--|-----------|------------|
| 903 | AA | US | UAV HARDWARE ARCHITECTURE | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/114852 | 2018-08-28 |
| 904 | AA | US | SYSTEM AND METHOD TO OPERATE A DRONE | International Business Machines Corporation | 16/114466 | 2018-08-28 |
| 905 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS USING A BACKUP NAVIGATIONAL TOOL FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES DELIVERING MERCHANDISE | Walmart Apollo, LLC | 16/015466 | 2018-06-22 |
| 906 | AA | US | IMAGE RECOGNITION SYSTEM FOR ROOF DAMAGE DETECTION AND MANAGEMENT | PANTON, INC. | 16/013418 | 2018-06-20 |
| 907 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR ADJUSTING UAV TRAJECTORY | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/109991 | 2018-08-23 |
| 908 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR UAV SENSOR PLACEMENT | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/038955 | 2018-07-18 |
| 909 | AA | US | Terrestrial Based Positioning Systems and Methods | SKYPERSONIC, LLC | 15/973669 | 2018-05-08 |
| 910 | AA | US | SYSTEM AND METHOD FOR THREAT MONITORING, DETECTION, AND RESPONSE | Doron KEMPEL Ron Asher | 15/956456 | 2018-04-18 |
| 911 | AA | US | Intelligent Sensor System for Capturing Advertising Impressions from Autonomous Self-Driving Vehicles with Advertising Platforms | Alexander Terzian | 15/897788 | 2018-02-15 |
| 912 | AA | US | AUTONOMOUS IN-TUNNEL INTELLIGENCE, SURVEILLANCE, AND RECONNAISSANCE DRONE | Versatol, LLC | 15/944220 | 2018-04-03 |
| 913 | AA | US | DEVICE AND METHOD FOR AN UNMANNED FLYING OBJECT | Antony PFOERTZSCH | 16/004064 | 2018-06-08 |
| 914 | AA | US | Method and System of Image-Based Change Detection | San Diego State University Research Foundation | 15/960298 | 2018-04-23 |
| 915 | AA | US | SYSTEM FOR BUILDING SITUATION AWARENESS | ROLLS-ROYCE plc | 15/919430 | 2018-03-13 |
| 916 | AA | US | OBJECT DETECTION AND ANALYSIS VIA UNMANNED AERIAL VEHICLE | Motionloft, Inc. | 15/973152 | 2018-05-07 |
| 917 | AA | US | Drone Terrain Surveillance with Camera and Radar Sensor Fusion for Collision Avoidance | Farrokh Mohamadi | 15/912495 | 2018-03-05 |
| 918 | AA | US | PLANNING SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING OPERATION OF AN AUTONOMOUS VEHICLE TO NAVIGATE A PLANNED PATH | Mohsen Rohani Jun Luo Song Zhang | 15/905705 | 2018-02-26 |
| 919 | AA | US | SYSTEMS AND METHODS FOR DELIVERING MERCHANDISE USING UNMANNED AERIAL VEHICLES | Wal-Mart Stores, Inc. | 15/877949 | 2018-01-23 |
| 920 | AA | US | SURVEY MIGRATION SYSTEM FOR VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING (VTOL) | AeroVironment, Inc. | 15/960413 | 2018-04-23 |

| | | | | | | |
|-----|----|----|--|---|-----------|------------|
| | | | UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS) | | | |
| 921 | AA | US | CONTROL METHOD FOR PHOTOGRAPHING USING UNMANNED AERIAL VEHICLE, PHOTOGRAPHING METHOD USING UNMANNED AERIAL VEHICLE, MOBILE TERMINAL, AND UNMANNED AERIAL VEHICLE | Tencent Technology (Shenzhen) Company Limited | 15/957749 | 2018-04-19 |
| 922 | AA | US | CONTROL METHOD FOR PHOTOGRAPHING USING UNMANNED AERIAL VEHICLE, PHOTOGRAPHING METHOD USING UNMANNED AERIAL VEHICLE, MOBILE TERMINAL, AND UNMANNED AERIAL VEHICLE | Tencent Technology (Shenzhen) Company Limited | 15/959032 | 2018-04-20 |
| 923 | AA | US | Laser-Guided UAV Delivery System | Wal-Mart Stores, Inc. | 15/882100 | 2018-01-29 |
| 924 | AA | US | IMAGE CAPTURE WITH PRIVACY PROTECTION | Mace Wolf | 15/948927 | 2018-04-09 |
| 925 | AA | US | Detection of Risky Objects in Image Frames | Seecure Systems, Inc. | 15/894214 | 2018-02-12 |
| 926 | AA | US | RAPIDLY-DEPLOYABLE, DRONE-BASED WIRELESS COMMUNICATIONS SYSTEMS AND METHODS FOR THE OPERATION THEREOF | DISH TECHNOLOGIES L.L.C. | 15/946675 | 2018-04-05 |
| 927 | AA | US | DRONE SECURITY AND ENTERTAINMENT SYSTEM | Bennett Aerospace, Inc. | 15/883466 | 2018-01-30 |
| 928 | AA | US | INDOOR MAPPING AND MODULAR CONTROL FOR UAVS AND OTHER AUTONOMOUS VEHICLES, AND ASSOCIATED SYSTEMS AND METHODS | VTRUS, INC. | 15/875347 | 2018-01-19 |
| 929 | AA | US | SYSTEM AND METHODS FOR IMPROVED AERIAL MAPPING WITH AERIAL VEHICLES | Infatics, Inc. | 15/887832 | 2018-02-02 |
| 930 | AA | US | METHOD FOR DISPLAYING ON A SCREEN AT LEAST ONE REPRESENTATION OF AN OBJECT, RELATED COMPUTER PROGRAM, ELECTRONIC DISPLAY DEVICE AND APPARATUS | PARROT DRONES | 15/869109 | 2018-01-12 |
| 931 | AA | US | DYNAMIC DRONE NAVIGATION | Alarm.com Incorporated | 15/873313 | 2018-01-17 |
| 932 | AA | US | Object image recognition and instant active response | Bernard Fryshman | 15/919541 | 2018-03-13 |
| 933 | AA | US | COMBINED INFORMATION FOR OBJECT DETECTION AND AVOIDANCE | Amazon Technologies, Inc. | 15/913599 | 2018-03-06 |
| 934 | AA | US | DRONE BASED CAPTURE OF A MULTI-VIEW INTERACTIVE DIGITAL MEDIA | Fyusion, Inc. | 15/911993 | 2018-03-05 |
| 935 | AA | US | Point-and-Click Control of Unmanned, Autonomous Vehicle Using Omni-Directional Visors | Alberto Daniel Lacaze Karl Nicholas Murphy | 15/882841 | 2018-01-29 |
| 936 | AA | US | MULTI-ROTOR UAV FLIGHT CONTROL METHOD AND | Joshua MARGOLIN Roy BEN-ANAT | 15/873115 | 2018-01-17 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---|---|-------------------|------------|
| | | | SYSTEM | | | |
| 937 | AA | EP | POSITIONING SYSTEM FOR AERIAL NON-DESTRUCTIVE INSPECTION | THE BOEING COMPANY | 2018-175541 | 2018-06-01 |
| 938 | AA | PCT | RADAR AIDED VISUAL INERTIAL ODOMETRY INITIALIZATION | QUALCOMM Incorporated | PCT-US2018-062727 | 2018-11-28 |
| 939 | AA | PCT | ULTRASOUND ANALYTICS FOR ACTIONABLE INFORMATION | DJIOFACK, Innocent | PCT-US2018-063146 | 2018-11-29 |
| 940 | AA | PCT | METHOD FOR VISUALIZING AND MEASURING THICKNESS DISTRIBUTION OF PAINT FILM LAYER AND DEVICE THEREFOR | 한국과학기술원 | PCT-KR2018-013234 | 2018-11-02 |
| 941 | AA | PCT | METHOD AND ELECTRONIC DEVICE FOR CONTROLLING UNMANNED AERIAL VEHICLE COMPRISING CAMERA | SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. | PCT-KR2018-012625 | 2018-10-24 |
| 942 | AA | PCT | SITUATIONAL AWARENESS, NAVIGATION AND COMMUNICATION FOR LOW-COST, GUN-LAUNCHED UAVS | DEFENDTEX PTY LTD | PCT-AU2018-051196 | 2018-11-05 |
| 943 | AA | PCT | CREMATION ASHES SCATTERING FUNERAL DEVICE USING WIRELESS FLIGHT VEHICLE | KU, Chul Hee | PCT-KR2018-005959 | 2018-05-25 |
| 944 | AA | PCT | CRISSCROSS BOUSTROPHEDONIC FLIGHT PATTERNS FOR UAV SCANNING AND IMAGING | LOVELAND INNOVATIONS, LLC | PCT-US2018-056338 | 2018-10-17 |
| 945 | AA | PCT | INDIVIDUALIZED AND CUSTOMIZED PLANT MANAGEMENT USING AUTONOMOUS SWARMING DRONES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE | BAYER CROPSCIENCE LP | PCT-US2018-055372 | 2018-10-11 |
| 946 | AA | PCT | GENERATION OF ONE OR MORE EDGES OF LUMINOSITY TO FORM THREE-DIMENSIONAL MODELS OF OBJECTS | BERNSTEIN, Aaron LEVINE, Jeffrey EDWARDS, Patrick | PCT-US2018-054653 | 2018-10-05 |
| 947 | AA | PCT | UNMANNED AERIAL VEHICLE ALIGNMENT SYSTEM | Intel Corporation | PCT-US2018-044457 | 2018-07-31 |
| 948 | AA | PCT | INTELLIGENT INVENTORY MANAGEMENT AND RELATED SYSTEMS AND METHODS | FELLOW, INC. | PCT-US2018-052279 | 2018-09-21 |
| 949 | AA | PCT | SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING A PROPERTY USING DRONE BEACONS | Alarm.com Incorporated | PCT-US2018-048886 | 2018-08-30 |
| 950 | AA | PCT | METHODS AND SYSTEMS FOR IMPROVING THE PRECISION OF AUTONOMOUS LANDINGS BY DRONE AIRCRAFT ON LANDING TARGETS | AMERICAN ROBOTICS, INC. | PCT-US2018-046490 | 2018-08-13 |
| 951 | AA | PCT | UNMANNED DRONE FOR AERIAL SURVEY | SHIN, Yong Kyeum | PCT-KR2018-008387 | 2018-07-25 |
| 952 | AA | PCT | METHODS AND SYSTEMS FOR CONTINUOUS RISK MONITORING AND DYNAMIC UNDERWRITING | GEYLANI, Veysel Sinan | PCT-IB2018-055264 | 2018-07-16 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|---|--|-------------------|------------|
| | | | PRICING | | | |
| 953 | AA | PCT | A DRONE AND METHOD OF CONTROLLING FLIGHT OF A DRONE | ETH ZURICH | PCT-EP2018-068876 | 2018-07-12 |
| 954 | AA | PCT | SENSOR-CENTRIC PATH PLANNING AND CONTROL FOR ROBOTIC VEHICLES | QUALCOMM Incorporated | PCT-US2018-029360 | 2018-04-25 |
| 955 | AA | PCT | DRONE IMPLEMENTED BORDER PATROL | RESNICK, Blake | PCT-US2018-036752 | 2018-06-08 |
| 956 | AA | PCT | APPARATUS, METHOD AND COMPUTER PROGRAM FOR COMPUTER VISION | SONY CORP | PCT-EP2018-064246 | 2018-05-30 |
| 957 | AA | PCT | INTELLIGENT AND AUTOMATED REVIEW OF INDUSTRIAL ASSET INTEGRITY DATA | GENERAL ELECTRIC COMPANY | PCT-US2018-029659 | 2018-04-26 |
| 958 | AA | PCT | CO-LOCALISATION | BLUE VISION LABS UK LIMITED | PCT-GB2018-050955 | 2018-04-10 |
| 959 | AA | PCT | PACKAGE ACCEPTANCE, GUIDANCE, AND REFUEL SYSTEM FOR DRONE TECHNOLOGY | DRONETERMINUS LLC CAPRIOLI, Paul | PCT-US2018-026473 | 2018-04-06 |
| 960 | AA | PCT | PLANNING SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING OPERATION OF AUTONOMOUS VEHICLE TO NAVIGATE PLANNED PATH | HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. | PCT-CN2018-077354 | 2018-02-27 |
| 961 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR DELIVERING MERCHANDISE USING UNMANNED AERIAL VEHICLES | WALMART APOLLO, LLC | PCT-US2018-014655 | 2018-01-22 |
| 962 | AA | PCT | SYSTEMS AND METHODS FOR SURFACE AND SUBSURFACE DAMAGE ASSESSMENTS, PATCH SCANS, AND VISUALIZATION | LOVELAND INNOVATIONS, LLC | PCT-US2018-018786 | 2018-02-20 |
| 963 | AA | PCT | CONTROL SYSTEMS FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES | CYPHY WORKS, INC. TSUTSUMI, Erika THOMSON, Chad ALEMAN, John | PCT-US2018-019570 | 2018-02-23 |
| 964 | AA | PCT | METHODS OF TAKING A MEASUREMENT | VERITY STUDIOS AG | PCT-IB2018-050966 | 2018-02-16 |
| 965 | AA | PCT | LASER-GUIDED UAV DELIVERY SYSTEM | WALMART APOLLO, LLC | PCT-US2018-015672 | 2018-01-29 |
| 966 | AA | PCT | ROBOTIC TRACKING NAVIGATION WITH DATA FUSION | MARQUETTE UNIVERSITY | PCT-US2018-017038 | 2018-02-06 |
| 967 | AA | PCT | A RADAR-BASED SYSTEM AND METHOD FOR REAL-TIME SIMULTANEOUS LOCALIZATION AND MAPPING | ARBE ROBOTICS LTD | PCT-IL2018-050103 | 2018-01-30 |
| 968 | AA | PCT | ENERGY GRID DATA PLATFORM | JAGERSON, Gordon, Todd | PCT-US2018-015790 | 2018-01-29 |
| 969 | AA | PCT | SYSTEM AND METHODS FOR IMPROVED AERIAL MAPPING WITH AERIAL VEHICLES | Infatics, Inc. | PCT-US2018-016721 | 2018-02-02 |
| 970 | AA | PCT | SYSTEM FOR PROVIDING A VISUAL AERIAL PRESENTATION | ARS ELECTRONICA LINZ GMBH & CO KG FLYING SCREENS LTD. | PCT-EP2018-051157 | 2018-01-18 |
| 971 | AA | PCT | METHOD AND DEVICE FOR | JANG, Soo Jin | PCT-KR2018- | 2018-01-17 |

| | | | | | | |
|-----|----|-----|--|-------------------------------|-------------------|------------|
| | | | CONSTRUCTING TRAFFIC ROUTE ON BASIS OF LONGITUDE/LATITUDE LINES AND PERFORMING MAP SEARCH | | 000793 | |
| 972 | AA | PCT | DYNAMIC DRONE NAVIGATION | REZVANI, Babak SEYFI, Ahmad | PCT-US2018-014048 | 2018-01-17 |
| 973 | AB | PCT | ENVIRONMENTAL FACTORS-BASED FORECASTING METHOD FOR CEPHALOPOD FISHING GROUNDS IN SEA AREA IN NORTH WEST AFRICA | SHANGHAI OCEAN UNIVERSITY | PCT-CN2018-101111 | 2018-08-17 |
| 974 | AB | PCT | SYSTEMS, METHODS AND APPARATUS FOR MONITORING ANIMAL HEALTH CONDITIONS | ROBBINS, David S. | PCT-US2018-048198 | 2018-08-27 |
| 975 | AA | KR | 드론 영상을 이용한 가공송전선로의 경관 영향 분석 방법 | (주)선운이앤지 | 10-2019-0024645 | 2019-03-04 |
| 976 | AA | KR | 객체 정보 획득 장치 및 방법 | 주식회사 에스오에스랩 | 10-2019-0017703 | 2019-02-15 |
| 977 | AA | KR | 최적화 압축 3D 데이터 제공 시스템 | 주식회사 인포인 | 10-2019-0014917 | 2019-02-08 |
| 978 | AA | US | UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS AND METHODS | Walmart Apollo, LLC | 16/299818 | 2019-03-12 |
| 979 | AA | US | METHOD AND SYSTEM FOR DISPLAYING OBSTACLE DETECTION | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/296740 | 2019-03-08 |
| 980 | AA | US | SYSTEMS, METHODS, AND DEVICES FOR UNMANNED VEHICLE DETECTION | DGS Global Systems, Inc. | 16/274933 | 2019-02-13 |
| 981 | AA | US | SYSTEM AND METHOD FOR LOCATING A MOVING OBJECT | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/280648 | 2019-02-20 |
| 982 | AA | US | Capturing Images Of A Game By An Unmanned Autonomous Vehicle | QUALCOMM Incorporated | 16/274712 | 2019-02-13 |
| 983 | AA | US | SYSTEM AND METHOD FOR TRACKING TARGETS | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/263708 | 2019-01-31 |
| 984 | AA | US | TARGET-BASED IMAGE EXPOSURE ADJUSTMENT | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/255159 | 2019-01-23 |
| 985 | AA | US | CARRIER FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE | SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD | 16/238188 | 2019-01-02 |

N. 결론

- 4차 산업 관련 기술 개발에 따라 정보통신 기술(ICT)과 인공지능(AI 딥러닝)을 활용한 기술개발의 중요성이 높아짐. 이에 따라 기존 인력중심의 연구 패러다임을 벗어나 4차 산업 기술 개발을 적용한 갯벌생태계 공간정보(서식지, 자원량 등) 데이터 맵 구축 기술 개발이 필요한 실정임
- 연안의 수산생산량 저감 현상을 해결하고, 지역 주민의 소득 향상에 기여할 수 있는 4차 산업 기술의 필요성이 대두되고 있음. 이에 4차 산업 기술을 활용하여 효율적이고 정밀한 갯벌 생태계 공간정보의 데이터 맵 구축 및 이를 활용한 갯벌 생태계의 효율적 관리가 필요함
- 본 특허동향조사는 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술분야에 관한 특허동향을 분석함으로써 우리나라의 기술 수준, 선진국의 연구개발 동향 및 핵심특허 현황 등을 파악하여 본 연구개발과제 수행의 타당성에 대한 객관적인 특허정보를 제공하기 위함
- 본 보고서에는 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술 개발 및 활용을 위한 연구 기획에 있어서, 드론을 이용한 갯벌 데이터 맵 구축 기술 및 갯벌 생물의 객체인식을 위한 알고리즘 기술분야로 구분하고, 전체 기술에 대한 특허동향 분석을 실시함
- 그 결과, 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술의 출원 건수는 전체적으로 높은 증가율로 출원 활동이 이루어지고 있는 경향을 보이고 있으며, 해당 기술분야에서 한국은, 미국, 일본 및 유럽에 비하여 상대적으로 출원 활동이 늦게 시작되었으나 출원 건수가 급격히 증가하고 있는 것으로 확인됨
- 다만, 미국에서 기술개발에 따른 특허출원이 먼저 이루어진 점을 감안하면, 해당 분야의 기술에 대한 기술력 확보가 필요하고, 해당기술에 대한 특허 권리의 획득 및 시장에서의 선도를 위해서는, 국내외 요구조건을 충분히 수용하고 지속적인 기술개발 및 연구가 수행되어야 하며, 그에 따른 특허 출원도 지속적으로 증가시킬 필요가 있음

- 아울러, 무인항공기/AI를 이용한 갯벌 생물 공간정보 구축 기술과 관련해서는, 원천기술의 획득뿐만 아니라 기존 특허 및 기술들의 융합이나 부가적 수단의 결합 등을 통해 종래 기술과 차별화를 시도한다면, 특허 획득 및 기존 특허와의 cross license 획득도 가능하리라 보여짐

별첨 2. 경제성 분석 보고서



갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발사업 경제성 분석

2019. 12.

백석문화대학교 산학협력단

제 출 문

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 「갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발사업
경제성 분석」의 최종보고서로 제출합니다.

2019년 12월

위탁연구기관 : 백석문화대학교 산학협력단

목 차

| | |
|-------------------------------|----|
| I. 정책·기술적 타당성 분석 | 1 |
| 1. 정책·기술적 타당성 분석 | 2 |
| II. 경제적 타당성 분석 | 7 |
| 1. 경제적 타당성 분석의 개요 | 7 |
| 1.1 갯벌의 가치 및 본 기획 연구 개요 | 7 |
| 1.2 편익 추정 방법론 | 10 |
| 2. 경제성 분석 결과 | 23 |
| 2.1 편익 추정의 개요 | 23 |
| 2.2 편익 추정 결과 | 23 |
| 2.3 경제성 분석 | 27 |
| 2.3 일자리 창출효과 | 32 |

표 목 차

| | |
|---|----|
| [표 1-1] 해양수산부 국정과제 | 3 |
| [표 1-2] 정부 R&D 중장기 투자전략에 따른 기술분야별 중점투자 분야 | 4 |
| [표 2-1] 경제적 가치 추정을 위한 방법론 | 11 |
| [표 2-2] 갯벌의 경제적 가치의 구분 | 14 |
| [표 2-3] 연구개발활동 파급 분류와 예비타당성조사 반영 여부 | 17 |
| [표 2-4] 예비타당성조사시 반영되는 편익 항목 구분 | 19 |
| [표 2-5] 연구개발부문 예비타당조사에서 기준선 분석시 준수해야할 사항 | 20 |
| [표 2-6] 물가보정을 통한 갯벌보전가치에 대한 지불의사액 추정 결과 | 24 |
| [표 2-7] 갯벌보전가치 연간 총 편익 | 24 |
| [표 2-8] 갯벌보전가치 편익의 현재가치(2018년말 불변가격 기준) | 24 |
| [표 2-9] 경제적 편익의 흐름(2028년~2034년) | 25 |
| [표 2-10] 사업기여율 분석 | 26 |
| [표 2-11] R&D 사업화 성공률 | 27 |
| [표 2-12] 갯벌공간정보 구축 편익 분석 결과 | 27 |
| [표 2-13] 경제성 분석 기법 | 28 |
| [표 2-14] 경제성 분석 결과 요약 | 31 |
| [표 2-15] 비용-편익 흐름 | 31 |
| [표 2-16] 직접고용효과 | 32 |
| [표 2-17] 간접고용효과 | 32 |
| [표 2-18] 일자리 창출효과 | 33 |

그림 목 차

| | |
|---|----|
| [그림 2-1] 세계 5대 갯벌지역의 분포 현황 | 9 |
| [그림 2-2] 지자체별 갯벌 분포 및 습지 보호지역 지정 현황 | 9 |
| [그림 2-3] 경제성 분석 프로세스 | 21 |

I. 정책·기술적 타당성 분석

1 정책적 타당성 분석

□ 정책적 타당성 검토 개요

- 국가 연구개발 사업 또는 공공부문 연구개발 과제의 정책적 타당성 검토의 목적은 국가과학기술기본계획 등 국가상위계획에 따른 정책방향과 세부 기술단위의 범부처 또는 부처별 추진 계획과의 연계성을 높임으로서 공공투자에 대한 효율성을 확보
- 특히 각 정부부처는 연구개발 등 과학기술분야 공공투자시 앞서 언급한 과학기술기본계획을 비롯한 국정과제, 부처별 연구개발 로드맵 등에 제시된 과제를 중심으로 예산 투자의 우선순위를 설정하고 있으므로 기획단계에서의 정책적 타당성 검토는 실질적인 사업의 추진을 위해 주요한 요인으로 작용
- 한편 정책적 타당성 검토에서는 개발하고자하는 기술이 현행 관련 국가정책과의 부합성이 떨어지는 경우, 기술개발의 추진방향 혹은 성과물의 연계 등을 재검토함으로써 위험요소를 배제하는 기획연구의 주요 항목으로 진행
- 이번 기획연구는 '갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발사업 평가'를 목적으로 추진되고 있는 만큼 해당 기술과 관련한 정책적 이슈를 기후변화 대응, 해양 생태계 보존 및 관리, 해양공간 관리, 원격탐사 적용 등으로 설정하여 정책적 타당성 검토

□ 해양생태계의 지속가능한 이용과 보전을 위한 국가정책 제시

- 문재인 정부는 국정과제를 통해 해양영토에 대한 관리력 강화를 통해 국민 안전 확보, 해양의 지속가능한 이용확보 등의 달성 제시
- 또한 이러한 목표달성을 위해 해양수산과학기술을 통한 공공복지의 증진, 해양공간의 통합적 관리, 기후변화에 대한 대응역량 강화 등을 중점과제로 설정
- 한편 해양수산부는 갯벌 복원을 통한 자원화 종합계획(15.08)을 통해 갯벌복원으로 해양생태계 건강성 회복, 지속가능한 생태관광 및 지역경제 활성화, 친환경 갯벌어업을 통한 어가소득 증대를 제시

- 동 종합계획의 실행력을 확보하기 위해 한국형 갯벌자원화 모델을 도출하는 한편 해양생태계법 제46조에 따른 갯벌생태계 복원사업 지침을 제정(16.12)하여 훼손된 갯벌의 물리적 혹은 생태적 기능회복 추진 체계를 마련
- 또한 습지보호지역을 포함한 해양보호구역 확대를 위해 보호구역의 기능과 가치제고, 생태계 건강성 유지, 지속가능한 이용의 3대 목표를 설정(16.04)하고 국민이 체감할 수 있는 보전·관리 정책 추진의 의지를 표명

[표 1-1] 해양수산부 국정과제

| 과제 | 과제목표 | 주요내용 | 기대효과 |
|------------------------------------|---|---|---|
| <p>깨끗한 바다, 풍요로운 어장</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 해운 선사에 대한 원스톱 지원체계 구축 및 해외 물류망 확장 - 친환경 선박의 건조기술 개발과 대체 보조금 지급 등을 통해 조선산업 경쟁력 제고 | <ul style="list-style-type: none"> - '17년 한국해양진흥공사법 제정 및 '18년 공사 발족이후 해운 선사에 대해 원스톱 지원 시행 - '18년부터 외항선박에 대해 친환경선박 대체 보조금 지급, '20년 연안화물선으로 확대하여 '22년까지 총 100척 건조 - '19년부터 국가필수해운제도를 도입하여 비상시 화물운송체계 구축, 선화주 상생으로 국적선사 이용비율 확대 - '17년 해양산업클러스터 2개 지정 및 '19년 완공, '17년부터 부산북항 상부시설, 광양항 묘도, 인천항 영종도 재개발 착공 | <ul style="list-style-type: none"> - '22년 해운산업 매출액 50조원('16년 29조원) 달성, 원양 컨테이너 선복량 100만TEU('16년 47만) 달성으로 해운강국 위상 회복 - '22년까지 친환경선박 100척 건조 등을 통해 해운-조선 상생구조 확립 |
| <p>해양영토 수호와 해양안전 강화</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 해양영토 수호를 위한 핵심 인프라 구축 및 중국어선 불법조업 근절 - 연안여객 준공영제 확립과 현대화, 기항지 시설 확충·개선 추진 | <ul style="list-style-type: none"> - (해양영토 수호) '18년부터 독도-울릉도 연계관리를 강화하고, 지역별 거점항만에 해경선 접안시설 및 경비시설 확충 - (불법조업 근절) '17년 남해어업관리단 신설 및 한-중 공동단속시스템 구축, '22년까지 육·해·공 감시망 구축과 한-중 공조체계 공고화 - (섬 관리 강화) '19년부터 도서지역 생필품의 해상운송비 지원, 찾아가는 의료서비스 수혜대상을 매년 10%씩 확대 - (해양안전 강화) '18년부터 연안여객준공영제 확대시행, '22년까지 연안여객선 40척 현대화 및 소규모 항·포구 접안시설 개선 - (해양예경보 시스템 구축) '19년 연안 최대 100km까지의 초고속 행상재난안전통신망(LTE-M)을 구축하고 '21년 전국망 운영 및 '22년 전국망 운영·고도화 | <ul style="list-style-type: none"> - 독도-울릉도 관리체계 확립과 및 중국어선 불법조업 근절 - 연안여객선 준공영제 확립, 노후여객선 비율을 15%('17년 29%)까지 감축 |
| <p>해운-조선 상생을 통한 해운강국 건설</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 해운 선사에 대한 원스톱 지원체계 구축 및 해외 물류망 확장 - 친환경 선박의 건조기술 개발과 대체 보조금 지급 등을 통해 조선산업 경쟁력 제고 | <ul style="list-style-type: none"> - (한국해운 재건) '17년 한국해양진흥공사법 제정 및 '18년 공사 발족이후 해운 선사에 대해 원스톱 지원 시행 - (해운-조선 상생협력) '18년부터 외항선박에 대해 친환경선박 대체 보조금 지급, '20년 연안화물선으로 확대하여 '22년까지 총 100척 건조 - (수출입 화물 안정적 운송) '19년부터 국가필수해운제도를 도입하여 비상시 화물운송체계 구축, 선화주 상생으로 국적선사 이용비율 확대 - (물류망 확충) '17년 해양산업클러스터 2개 지정 및 '19년 완공, '17년부터 부산북항 상부시설, 광양항 묘도, 인천항 영종도 재개발 착공 | <ul style="list-style-type: none"> - '22년 해운산업 매출액 50조원('16년 29조원) 달성, 원양 컨테이너 선복량 100만TEU('16년 47만) 달성으로 해운강국 위상 회복 - '22년까지 친환경선박 100척 건조 등을 통해 해운-조선 상생구조 확립 |

□ 국가상위계획과 추진기술간의 정책 연계

- 정부는 과학기술기본법 제7조(과학기술기본계획)에 따라 매 5년마다 과학기술 발전에 관한 중장기 정책목표와 방향을 설정하고 정부의 과학기술 관련 계획과 시책 등을 종합한 과학기술기본계획을 수립·시행 중
- 제3차 과학기술기본계획('13~'17)의 종료에 따라 새로운 국정방향을 반영한 제4차 과학기술기본계획('18~'22) 수립이 진행 중
- '과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여'를 비전으로 이를 달성하기 위한 핵심적인 4대 전략을 제시
 - (전략1) 미래도전을 위한 과학기술역량 확충
 - (전략2) 혁신이 활발히 일어나는 과학기술생태계 조성
 - (전략3) 과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출
 - (전략4) 과학기술이 만드는 모두가 행복한 사회 구현
- 한편 정부 R&D 중장기 투자전략('16~'18)에 따라서는 기술의 시장전망, 수준, 공공성, 정부투자 생산성 등의 지표분석과 전문가 설문 등을 통해 9대 분야별 중점 투자 분야를 제시
- 동 중점 기술분야는 ①ICT·SW, ②생명·보건의료, ③에너지·자원, ④소재·나노, ⑤기계·제조, ⑥농림수산·식품, ⑦우주·항공·해양, ⑧건설·교통, ⑨환경·기상분야로 각 분야별 중점투자분야를 도출하고 제4차 과학기술기본계획과 연계 추진
- '갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발사업 평가' 관점에서 중점 기술분야는 환경·기상 분야, 중점투자 분야는, 기후·대기, 환경보건 및 예측 등 분야와 연계

[표 1-2] 정부 R&D 중장기 투자전략에 따른 기술분야별 중점투자 분야

| 중점 기술분야 | 중점투자분야 및 전략 |
|----------|--|
| ICT·SW | •소프트웨어 및 콘텐츠 •사물인터넷, 빅데이터 및 클라우드, 정보보안 |
| 생명·보건·의료 | •신약 및 의료기기 •감염병 대응 |
| 에너지·자원 | •신재생에너지 및 에너지저장 •비전통 석유·가스자원 및 희토류 등 전략자원 |
| 소재·나노 | •탄소·나노 소재 •하이브리드 자동차, 스마트섬유, 차세대 태양전지 |
| 기계·제조 | •제조기반기술, 조선·해양플랜트, 자동차 •로보틱스, 스마트공장, 고부가 차세대 선박 |
| 농림·수산·식품 | •식품, 축산·수산물 •품종개발, 농축수산물의 안전성 확보 |
| 우주·항공·해양 | •무인기, 인공위성 •선박교통관리체계, 해양 재난재해 대응 |
| 건설·교통 | •사회기반구조물, 건축구조물, 철도교통 •친환경공간개발, 수요자편의 주거환경 개선 |
| 환경·기상 | •기후·대기, 환경보건 및 예측 •환경성 질환 대응, 유해물질 및 생활환경 관리기술 |

□ 해양수산부문 계획과 추진기술간의 정책 연계

- 해양수산 R&D 중장기계획(14~20)은 해양수산발전기본법에 따른 최상위 해양수산과학기술 정책계획으로 '국민의 꿈과 행복을 실현하는 창조형 해양수산과학기술'을 비전으로 3대 R&D 전략 및 12대 실행전략을 제시
- (전략 1) 해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대
 - 해양과학조사 및 예보 역량 강화: 해양 예보시스템 개선 및 해양영토 광역 감시망을 구축하고, 주변국과의 해양경계획정에 대비한 해양과학조사 역량 강화
 - 극한 공간 활용 및 국제협력 확대: 극지 및 대양 심해저 활용 촉진을 위한 기반을 마련하고 남·북극 과학 인프라 활용연구를 확대하며 국제협력을 다변화
- (전략 2) 창조형 해양수산 산업 육성
 - 해양자원 및 해양에너지 개발 활성화: 국가 전략자원의 안정적 공급원 확보를 위한 해양자원을 개발하고 해양에너지 복합플랜트 개발 및 미활용 에너지원 활용
 - 첨단 해양 장비산업 육성: 수중·심해저의 산업 활동 지원을 위해 첨단 장비 및 시스템을 국산화하고 해양레저 확산을 위해 레저장비산업 육성 및 기반 조성
 - 항만·해운물류의 허브기능 고도화: 선박 대형화 추세 및 재난·재해 대응을 위한 항만인프라를 개선하고 해운물류시스템의 효율화 및 항만운영 자동화 추진

- 해양수산 생명자원의 산업화 촉진: 해양수산생물 유래 소재산업 육성 및 에너지생산체제를 구축하고 국내외 해양수산생명자원 발굴 및 관리시스템 체계화
- 해양플랜트 산업 경쟁력 확보: 해양플랜트 엔지니어링 경쟁력 확보 및 기자재 인증체계를 구축하고 해저플랜트, LNG 병커링, 서비스산업 등 신시장 진출 지원
- 친환경선박 시장 선도: 국제해사기구(IMO) 등 국제규제에 대비하여 친환경선박 운항기술을 개발하고 국제규제 선제대응을 통한 시장 선점 효과 창출
- (전략 3) 국민행복 해양공간 창조
 - 해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화: 해양오염, 유해해양생물 등에 대한 관리·대응체계를 고도화하고 지속가능한 해양환경관리 및 해양생태계다양성 보전
 - 연안재해 저감 및 해양교통 안전 확보: 기후변화 등에 따른 연안지역 재해 피해를 최소화하고 침식해안 관리를 체계화하며, 해양교통 안전을 확보하기 위한 융복합 시스템 개발
- 해양수산 R&D 중장기계획의 3대 전략 중, ‘갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발사업 경제성 분석’ 연구는 국민행복 해양공간 창조 전략의 해양생태계다양성 보전 추진 내용과 정책적으로 명확히 연계되고 있음

□ 범부처 계획과 추진기술간의 정책 연계

- 제1차 기후변화대응 기본계획
 - 저탄소녹색성장기본법 제40조를 근거로, 기후변화대응의 기본원칙에 따라 20년을 계획 기간으로 하는 ‘기후변화대응 기본계획’을 5년마다 수립 및 시행
 - 기후변화대응을 위한 주요 과제 중 탄소 흡수·순환 기능 증진을 위해 전국 폐염전, 유허 간척지 등 갯벌 복원 사업 확대 및 하구역·염습지 식생 조성 등을 통해 온실가스 저감에 기여하고자 함
 - 해양의 탄소흡수원이 블루카본 관리를 통해 해양 탄소흡수량 증진 및 국제 인증 추진
- 무인이동체 발전 5개년 계획
 - 부처별로 담당하고 있는 공간적 칸막이를 배제하고 무인이동체 기술간 융합을

활성화하고 산업경쟁력 확보를 위한 범부처 '무인이동체 발전 5개년 계획('16~'20) 수립

- 효율적인 발전을 위해 육·해·공 무인이동체 통합운영 시스템 및 통합로드맵 등 통합적 발전전략을 추진

□ 추진기술의 정책 부합성

- 앞서 국가상위계획 및 해양수산부문 계획, 범부처 계획과의 정책연계성 분석에서 나타난 바와 같이 이번 기획연구에서 제시된 '갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발사업 경제성 분석'은 기후변화 대응, 해양 생태계 보존 및 관리, 해양공간 관리, 원격탐사 운용 등의 핵심적인 요소기술로서 관련 정책방향과 명확히 부합됨
- 특히 기후변화 대응 및 해양생태계 보존을 위한 관할해역 내 해양과학적 정보의 측정·축적은 국가차원에서 장기 지속적으로 투자해야할 핵심적인 공공기반 기술임과 동시에 정책적 활용도가 높은 기술 분야로서 연구개발의 추진 필요성이 높다고 판단됨

Ⅱ. 경제적 타당성 분석

1 경제적 타당성 분석 개요

1.1 본 기획 연구 개요

1) 갯벌의 가치

□ 갯벌은 주요 수산생물의 생산지이자 생물다양성의 보고

- 갯벌은 주로 해안의 경사가 완만하고 밀물과 썰물의 차이가 큰 해안에 오랫동안 퇴적물이 쌓여 만들어짐
- 우리나라의 서해와 남해는 갯벌이 만들어질 수 있는 최적의 조건을 갖추고 있음
- 우리나라의 갯벌은 식물 플랑크톤을 포함한 식물 164종, 동물 687종이 살아가는 터전이며, 전 세계적으로 멸종 위기에 처한 물새 중 47%가 주요 서식지로 이용
- 이러한 생태계의 다양성 때문에 우리나라의 갯벌은 미국 동부의 조지아 연안, 캐나다 동부 연안, 아마존 유역 연안, 북해 연안과 더불어 세계 5대 갯벌 중 하나
- 우리나라 서·남해안의 갯벌과 그 주변생태계에서 서식하는 어류는 200여종, 갑각류가 250여종, 연체동물이 200여종, 갯지렁이류가 100여종 이상
- 갯벌은 생산력이 가장 높은 연안 생태계 중의 하나이며, 중요한 생물 서식처이며, 육상에서 배출되는 각종 오염 물질을 정화하는 기능을 가지고 있음
- 이처럼 갯벌은 인간에게 많은 편익을 제공하고 있다. 갯벌의 수산물 생산력은 막대하여 육상보다도 약 9배나 높은 가치를 가지고 있는 것으로 알려져 있음

□ 갯벌의 단위 면적당 서비스 가치는 농경지의 100배 수준

- 갯벌은 수산자원의 생산, 서식지 제공, 재해 및 오염 조절, 여가(관광) 공간 제공 등 매우 다양한 생태계 서비스를 제공

- 해양수산부(2016)³⁾ 에 따르면, 갯벌의 단위면적당(1km²) 서비스 제공 가치는 약 63억원 규모로 일반적인 농경지의 100배, 숲의 10배에 달하는 것으로 분석

□ 세계 5대 갯벌 보유국

- 우리나라 서해 갯벌은 세계 5대 갯벌 중의 하나
 - 우리나라 갯벌면적은 2,487km²로 국토면적의 2.5%를 차지하며, 1987년 이후 2013년까지 간척과 매립 등으로 22.4%(약 716km²)가 상실
 - 하지만 연안 해역을 중심으로 한 개발에도 불구하고 우리나라 서해 갯벌은 조석에 따른 큰 조차와 낮은 수심, 하천을 통해 유입되는 풍부한 유기물로 인해 매우 독특한 생태 환경을 나타내는 세계 5대 갯벌 중 하나로 인식



[그림 2-1] 세계 5대 갯벌지역의 분포 현황

- 지역별로는 우리나라 갯벌 중 약 42.0%가 전남지역에 분포하며 인천·경기 약 35.2%, 충남 약 14.3%, 전북 약 4.8%, 경남·부산이 약 3.7%를 차지
- 습지보전법 제8조(습지지역의 지정 등)에 따라 현재 송도갯벌 등 13개소에 습지보호지역이 지정되어 관리되고 있으며, 해당 지역 중 6개소는 국제적 규약인 람사르 습지로 지정

3) 해양수산부(2016), 『갯벌생태 자원 활성화 방안 연구용역』



[그림 2-2] 지자체별 갯벌 분포 및 습지 보호지역 지정 현황

2) 본 연구개발사업의 개요

□ 연구기획의 목적

- 갯벌생물 공간정보 구축기술 연구개발 기획 연구의 타당성 확보를 위한 기초 경량 자료 확보 및 경제성 분석 수행

□ 연구기획의 주요 내용

- 기술기획 주요내용
 - AI딥러닝을 위한 갯벌생물 인공지능 객체인식 학습자료 구축 기술 개발
 - AI를 이용한 갯벌생물 객체인식 알고리즘 제작 기술 개발
 - 무인항공기를 이용한 갯벌정밀영상 제작 기술 개발
 - 무인항공기/AI를 이용한 갯벌생물의 공간정보 구축 기술 개발
- 경제성 분석
 - 갯벌생물 공간정보 구축기술 개발사업 기획 연구의 경제성 분석
 - 예비타당성조사 적용 일반지침 및 가이드라인 분석
 - 갯벌생물 공간정보 구축 연구의 편익 항목 식별

- 타당성 확보를 위한 과학적 경제성 분석 수행

1.2. 편익 추정 방법론

1) 경제적 가치 추정의 일반 이론

□ 경제학 접근 방법론의 특징

- 경제적 가치를 추정하기 위한 방법론은 크게 경제학적 접근법과 비경제학적 접근법으로 구분
- 경제학적 관점에서 본다면 분석 대상 재화나 사업의 경제적 가치를 추정하기 위해서는 경제적 경제학적 접근법을 적용하는 것이 적절하며, 경제학적 접근법의 적용이 어려운 경우에 한하여 제한적으로 비경제학적 기법을 적용하는 것이 타당

□ 비경제학적 기법 적용의 제약성

- 비경제학적 기법은 적용결과를 받아들이는 데 있어서 제약성이 존재하며, 결과의 활용이란 관점에서도 제약적
- 예를 들어 연구개발사업의 경제적 가치를 추정하기 위해서는 원칙적으로 수요곡선 접근법이나 부가가치 접근법과 같은 경제학적 방법론에 근거해야 하나 경우에 따라서는 이것이 용이하지 않거나 불가능할 수 있음
- 이런 경우에는 국내외 분석사례를 참고하여 해당 상황에 맞게 조정하는 편익이전(benefit transfer) 작업을 해야 하는 상황
- 예를 들어 외국에서 측정한 편익을 구매력지수와 분석시점 등을 종합적으로 고려하여 국내 상황에 맞게 조정된 값을 이용할 수 있으나, 이러한 방법은 왜곡된 결과를 초래할 수 있으므로 적용과 해석상의 주의가 요구
- 한편 편익이전 기법 적용도 용이하지 않다면 대체비용 접근법을 이용하여 구한 값을 편익의 대용 값으로 삼는 것을 고려할 수 있음

□ 경제학적 기법 적용의 특징 및 장점

- 경제학적 접근법은 크게 현시선호 접근법과 진술선호 접근법으로 구분

[표 2-1] 경제적 가치 추정을 위한 방법론

| 추정법 \ 평가법 | 현시선호 평가법 | 진술선호 평가법 |
|-----------|---------------------------------|----------------------|
| 직접적 추정법 | 경쟁시장에서의 가격 | 조건부 가치추정법 |
| 간접적 추정법 | 헤도닉 가격기법 여행비용 평가법 회피행동 모형 | 선택실험법 |
| 합 계 | 시장에서의 거래행위 관찰 사후적 평가법 | 가상적 시장 이용 사전적 평가법 |

- 현시선호 접근법은 경제주체의 행동으로 나타난 자료를 이용하여 관심대상 비시장재화의 가치를 간접적으로 추정하는 기법
- 진술선호 접근법은 비시장재화에 대한 선호에 대해 경제주체에게 직접 물어보고 응답을 이끌어내어 분석함으로써 가치를 추정하는 기법
- 현시선호 접근법은 적용대상에 있어서 제약성이 크며, 이론적인 관점에서 과대추정 혹은 과소추정의 문제점을 안고 있는 상황
- 하지만 실증적인 관점에서 살펴보면 진술선호 접근법으로 구한 값이 현시선호 접근법의 적용을 통해 구한 값보다 작은 경우가 흔히 관측
- 따라서 사전적으로 어느 방법이 더 우월하다고 판단하기에는 어려움이 크나 판단해야하는 재화는 사업의 속성에 따라 적용해야 함
- 특히 경제학적 기법은 시장에서의 소비자 잉여 또는 생산자 잉여 등 거래행위 속에서 나타나는 가치를 정확히 추정하는 방법론으로서 분석 대상 재화 또는 사업의 객관적 타당성을 제시할 수 있는 장점이 존재

□ 경제적 가치의 정의

- 갯벌생물의 공간정보 구축기술 개발의 목표가 실현되고 갯벌 자체의 생태적 가치에 대한 인식 등이 제고 되면 이는 경제적 가치로 식별
- 경제적 가치란 화폐단위로 계산된다는 것을 의미하며, 경제학적 개념에 근거
- 경제적 의미의 가치는 신고전학과(neo-classical)의 후생경제학에 근거하는데, 그 기본적인 전제는 개인의 경제활동은 개인들이 자신의 후생을 증가시키고자 하는데 있고, 어떤 주어진 상황에 대한 각 개인의 후생 수준은 자신이 가장 잘 판단

□ 잠재적 비시장재 소비에 따른 경제적 가치

- 각 개인의 후생은 자신의 시장재 소비뿐만 아니라 아직 시장에서 거래되고 있지 않은 잠재적인 비시장재(non-market goods)의 소비에도 의존
- 환경재의 질이나 양 변화에 대한 경제적 가치는 그 변화가 인간의 복지에 미치는 영향에 근거
- 이 경제적 가치는 다른 종의 생존이나 복지에 대한 관심을 포함
- 경제적 가치의 구성요소 중 하나인 비사용가치의 근원이 되는 이타적(altruistic), 윤리적(ethical) 관심도 경제적 가치에 포함

□ 비시장재 가치 추정

- 비시장적 가치의 측정을 위해서는 일반적으로 현시선호접근법, 진술선호접근법 등의 추정방법론을 적용
- 직접적인 시장자료가 없다면 비시장재화와 연관이 있는 대리시장(surrogate market)을 찾아서 간접적인 시장을 분석해내는 현시선호접근법(revealed reference approach)을 적용할 수 있음
- 현시선호접근법은 사후적(ex post)·간접적 접근법이므로 적용대상의 제약이 존재
- 대리시장의 정보 확보에 제약이 있을 경우, 가상의 시장을 설정하여 선호도를 조사하는 진술선호접근법을 적용
- 진술선호접근법은 사전적(ex ante)·직접적 접근법으로 적용대상의 제약이 거

의 없는 상황

- 진술선호접근법에는 소비자에게 선호를 직접 물어보는 조건부가치 측정법 (CVM, contingent valuation method)과 선호를 간접적으로 물어보는 선택실험법(Choice Experiment)이 있음
- 진술선호접근법은 현시선호접근법에 비해 적용상의 제약이 적고, 이론적으로도 우수하나 비용이 많이 드는 단점이 존재

□ 사용가치의 성격 및 특징

- 비시장재의 가치는 크게 사용가치(use value)와 비사용가치(non-use value)로 구분
- 사용가치는 인류가 현재의 생산 및 소비 행위에 환경을 직접 연관시킴으로써 발생하는 가치
- 예컨대 수질개선으로 어종이 늘어난 강에서 이전보다 더 많은 물고기를 낚음으로써 발생하는 가치나 산 속의 맑은 공기에서 느껴지는 쾌적함과 결부된 가치를 의미

□ 비사용가치의 성격 및 특징

- 비사용가치는 사용가치 이외의 가치를 의미하며, 크게 선택가치(option value), 존재가치(existence value), 유산가치(bequest value)로 구분
- 선택가치는, 현재는 사용하지 않는 어떤 비시장재화가 미래에 사용될 가능성이 있다고 판단되는 경우에 그 환경을 지금 훼손하게 되면 미래의 선택 폭이 감소하게 되고 따라서 그 만큼의 비용이 미래에 발생할 수 있다는 의미
- 존재가치란 대상 자원으로부터 얻게 되는 효용이 사람들과 대상 자원과의 어떠한 직접적인, 간접적인 상호작용에도 영향을 받지 않음을 전제
- 예를 들어, 따라서 어떤 환경을 현재 이용하고 있지 않고 미래에도 이용할 의사가 없다 할지라도, 그 존재 자체만으로 의미를 갖는다고 생각하는 경우, 이를 존재가치라 함

- 본 연구개발사업의 경우, 갯벌에 대한 기초과학 연구의 시현이 앞으로도 활용할 의사가 없는 사람이라 할지라도 갯벌 자체의 연구가 진행되는 것만으로도 어떤 가치를 느낀다면, 이 사람은 본 연구 개발 사업에 대해 존재가치를 가지고 있는 것을 의미
- 유산가치란 미래세대를 위해 환경을 보전하는 것 자체가 가치를 갖는다는 것을 의미
- 예를 들어 해양의 산성화가 이후의 미래세대에 심각한 영향을 미칠 것으로 예상되어 현재 자신의 소비를 줄여 해양 산성화를 줄일 수 있는 기금조성에 기여 동참하고자 하는 사람의 경우 기금에 내고자 하는 금액을 유산가치로 볼 수 있음

□ 경제적 가치 구분 예시

- 예를 들어 갯벌의 경제적 가치를 구분하면, 사용 가치는 어민이나 해안거주민들의 생계활동(어업 등) 또는 레크리에이션 활동(해수욕, 낚시, 철새구경, 산책 등) 또는 오염정화 기능과 홍수조절 기능에 초점을 두고 있고 선택가치는 비록 현재 당장은 갯벌을 이용할 계획이 없어도 앞으로 이용할 가능성을 염두해 둔 가치를 의미
- 존재가치는 비록 내가 앞으로 갯벌을 이용할 가능성이 없어도 단지 갯벌이 잘 보존되어 갯벌의 동식물 등이 보호되는 것이 좋아서 표현되는 가치를 의미하며 유산가치는 우리의 후손들에게 우리가 갯벌로부터 누리는 혜택을 똑같이 받게 하기 위해 부여하는 가치를 의미

[표 2-2] 갯벌의 경제적 가치의 구분

| 가치의 종류 | | 항목 |
|-----------|------|--|
| 사용가치 | | 어민이나 해안거주민들의 생계활동(어업 등) 또는 레크리에이션 활동(해수욕, 낚시, 철새구경, 산책 등) 또는 오염정화 기능과 홍수조절 기능을 위해서 |
| 비사용 가치 | 선택가치 | 비록 현재 당장은 갯벌을 이용할 계획이 없어도 앞으로 이용할 가능성이 있으므로 일종의 보험금 또는 예약금을 내기 위해 (기회가 되면 가보기 위하여) |
| | 존재가치 | 비록 내가 앞으로 갯벌을 이용할 가능성이 없어도 단지 갯벌이 잘 보존되어 갯벌의 동물, 식물, 어류 등이 보호되는 것이 좋아서 |
| | 유산가치 | 우리의 후손들에게 우리가 갯벌로부터 누리는 혜택을 똑같이 받게 하기 위해서 |

자료: 표희동 등(2001).

□ 현시선호 평가법과 진술선호 평가법

○ 경제적 추정 방법론 개요

- 비시장재화의 질 변화 혹은 추가적 공급에 대한 개개인의 후생변화를 화폐단위로 추정하기 위해서는 비시장재화의 직접적인 거래를 관찰하는 것이 불가능하므로, 시장재를 이용하여 간접적으로 편익을 추정하거나 가상적인 시장을 만들어야 함
- 사람들의 행동으로 나타난 선호를 바탕으로, 즉 현시된 선호(revealed preference)에 기반하여 비시장재화의 가치를 추정하는 전자의 방법을 현시선호 평가법이라 할 수 있음
- 현시된 선호를 관측하기 어려울 때나 그 선호가 정확하다고 보기 어려울 때, 가상적인 시장에 사람들을 몰입시키고 그 상황에서 가상적인 거래를 어떻게 할지를 질문하고 이에 대해 대답한 선호, 즉 진술된 선호(stated preference)를 이용하여 가치를 추정하는 방법을 진술선호 평가법이라 통칭
- 본 방법의 대표적 방법론은 조건부 가치추정법과 선택실험법이 대표적이며, 조건부 가치추정법은 편익을 직접적으로 추정하기 때문에 직접적 접근법이라 할 수 있으며, 선택실험법은 간접적으로 편익을 유도한다는 측면에서 간접적 접근법이라고 할 수 있음

○ 헤도닉 가격기법

- 본 기법은 비시장재화에 대한 시장이 명시적으로 존재하지 않는 상황에 그 대체시장으로서 주택시장이나 토지시장을 이용하여 주택이나 토지의 가격에 반영된 비시장재화의 가치를 간접적으로 측정하는 것을 의미
- 사람들은 은연중에 깨끗한 물이나, 아름다운 경치 등에 대해 가치를 부여하는데, 이러한 가치가 특정 상품의 가격에 내포되는 경우가 많음
- 예를 들면, 공기 좋은 곳의 부동산 값은 공기가 나쁜 곳의 부동산 값에 비해서 비싸짐
- 즉, 깨끗한 환경의 가치가 토지 가격이나 주택 가격에 포함되는 것임
- 헤도닉 가격기법은 이러한 차이에 착안하여 특정 재화에 대해 시장에서 직접 거래되지 않는 어떤 요인이 가격결정에 영향을 미친다는 가정 하에 소비자가 재화 구매를 결정하고 가격을 지불할 때 간주하였을 가능한 모든 속성으로 분해하여 각각의 속성에 대해 가치를 측정하는 방법론

○ 여행비용 접근법

- 여행비용 접근법(TCM, travel cost method)은 Hotelling(1947)에 의해 처음 제안되었으며, 여행객이 여행할 때 소요된 비용을 휴양지의 가치를 측정하는데 사용될 수 있다고 제시
- 이후 Clawson(1959)와 Clawson and Knetsch(1966)에 의해 실증모형이 개발되었고, 그 이후 TCM은 주로 휴양지와 관련된 비시장재화의 가치측정에 대해 널리 사용
- 여행비용 접근법은 휴양지 방문객을 대상으로 설문조사를 실시하는 방법이며, 주거지, 사회경제적 변수, 여러 휴양지에 대한 방문 횟수, 여행목적, 여행기간, 여행비용과 같은 여행과 관련된 정보를 수집
- 조사된 자료에 근거하여 여행비용을 계산하며, 여러 관련된 요소와 함께 방문횟수를 계산하여 여행에 대한 수요함수를 구하며 그 다음 단계로 휴양지에 대한 가치를 추정하거나 더 나아가 휴양지 특성의 변화에 대한 가치도 추정
- 본 방법은 비시장재화의 가치측정 방법 중에서 가장 역사가 오래된 것으로 주로 등산, 낚시, 사냥, 숲의 이용 등 야외 여가활동과 관련된 레크리에이션 목적의 가치 측정에 많이 이용되고 있는 상황

○ 조건부 가치측정법

- 조건부 가치측정법은 환경재와 같은 비시장재화를 사고 팔 수 있는 시장 (constructed market)을 가상으로 혹은 실제로 만들어 지불의사액(WTP)이나 수용의사액(WTA)을 직접 측정하는 방법론을 의미
- 조건부 가치측정법(contingent valuation method, CVM)에서 사용되는 가상적인 시장은 실험시장(experimental market) 혹은 모의시장(simulated market)이라 불리기도 하는데, 중요한 특징은 시장이 가상적이든, 모의적이든 간에 시장의 참여자들에게 익숙하지 않기 때문에 평가 대상의 속성과 특징을 정확히 설명하고 이에 대한 가치를 면밀하게 도출하는게 중요
- 조건부 가치측정법은 사람들이 특정 공공재나 비시장재에 부여하고 있는 가치를 직접적으로 이끌어내는 방법으로서 지불수단과 질문 원칙, 지불의사 유도 방법 등 적용이 엄밀해야 하며, 우리나라에서는 한국개발연구원 예비타당

성조사 수행시 CVM의 적용 방법론과 가이드라인을 준수해야 함

- 현재, 국가 및 지방재정 사업에서 제안하고 있는 대규모 비정형사업과 R&D 사업의 비시장재가치 분석의 경우, 대부분 CVM 방법론을 적용하여 경제적 가치를 평가하고 있는 상황

2) 연구개발사업의 편익 추정 방법론

- 연구개발 활동의 파급효과 분류
- 편익 추정의 단위는 개별 사업이고 평가 대상의 장단점을 합리적으로 분석하여 평가결과를 도출하는데,
- 사업 전후(before and after)가 아닌 시행 유무(with or without) 비교를 통하여 사회 후생의 차이를 분석해야 함
- 사전적으로 편익(benefit)이란 (+)의 사업효과를 의미하며 연구개발사업의 편익이란 연구개발사업의 수행으로 인해 발생할 것으로 기대되는 (+)의 결과물을 의미
- 미시경제학적으로 연구개발사업의 편익은 추가적으로 발생하는 소비자 잉여의 증가분 또는 생산자 잉여 증가분 등으로 정의 가능
- 연구개발활동은 과학기술 지식, 민간의 수익, 파급효과 등의 관점에서 정의할 수 있는데, 이를 파급의 관점에서 다시 정의하면, 지식파급, 시장파급, 네트워크 파급 등으로 구분 가능
 - 지식파급은 지식의 창출자와 사용자가 다른 경우 발생, 시장파급은 시장기능에 의해 여타 주체들에게 제품이나 공정상의 편익을 전달해주는 것을 의미
 - 네트워크 파급은 관련 기술들의 집적을 통해 기능 향상을 가능케 하는 것을 의미하는데, 타당성조사에서 반영하는 효과는 지식파급과 시장파급에 한정
 - 지식파급과 시장파급은 사업목표와 직접적으로 연결되고 객관적 산출이 가능할 경우 경제적 타당성의 효과 분석에 반영

[표 2-3] 연구개발활동 파급 분류와 예비타당성조사 반영 여부

| 구분 | 정의 및 특성 | 예비타당성조사 반영 여부 |
|------------------------------|--|--|
| 지식 파급 (knowledge spillovers) | <ul style="list-style-type: none"> • 지식의 창출자와 사용자가 다른 경우 발생 • 역설계, 발간, 특허공개, 연구자 이동 등을 통해 발생 • 일부 계측 가능 • 화폐환산 불가 | <ul style="list-style-type: none"> • 사업목표와 직접적으로 연결되고 객관적 산출이 가능할 경우 경제적 타당성의 효과 분석에 반영 |
| 시장 파급 (Market spillovers) | <ul style="list-style-type: none"> • 시장 기능에 의해 여타 주체들에게 제품이나 공정상의 편익을 전달해주는 것 • 추가기능의 구비, 가격의 인하, 저렴한 제품 및 서비스 제공 등으로 발생 • 계측 가능 • 화폐환산 가능 | <ul style="list-style-type: none"> • 사업목표와 직접적으로 연결되고 객관적 산출이 가능할 경우 경제적 타당성의 편익 분석에 반영 |
| 네트워크 파급 (Network spillovers) | <ul style="list-style-type: none"> • 관련기술들의 집적을 통해 기능 향상을 가능케 함 • 각각 기술들의 개발 주체가 분산되어 있어서 개별 주체별로 투자를 망설임 • 계측 불가 • 화폐환산 불가 | <ul style="list-style-type: none"> • 경제적 타당성에서 미반영 • 정책적 타당성의 특수평가항목에서 반영 가능 |

자료) KISTEP(2011), 『연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침연구(제2-1판)』

□ 연구개발 활동의 편익 추정의 장애요소

- 연구개발사업은 대표적인 비투자 재정사업이자 비정형 사업에 해당
- 이에 연구개발사업의 경제적 가치 평가는, 기술적 불확실성이 높고 가시적 효과를 정량적으로 추정하기 어려우므로, KISTEP(2011)과 OECD(2007)⁴⁾은 다음과 같이 편익 추정의 어려움을 진단
 - 투자 및 성과간의 직접적 인과관계가 불투명하고 편익을 누리는 대상을 명확히 구분하고 식별하는 것이 어려움
 - 파급효과의 전달경로가 다양하고 시차를 두고 시현하는 과정도 발생
 - 편익의 화폐환산화가 어려움

□ 연구개발사업의 일반적 편익 항목

4) OECD(2007), 『Accessing the Socio-Economic Impact of Framework Programme』, OECD DSTI Report

- KISTEP(2016)⁵⁾은 연구개발부문 예비타당성 조사의 일반적 편익항목을 다음과 같이 제안
 - 가치창출편익은 크게 소비자 중심 편익과 생산자 중심 편익으로 대별
 - 소비자 중심 편익은 연구개발사업의 효과가 소비자에게 영향을 주는 경우를 식별하고 생산자 중심 편익은 생산자에게 영향을 주는 경우를 식별하는 것임
 - 비용저감편익은 생산비용 저감 편익과 피해비용저감 편익으로 구분
 - 생산비용 저감 편익은 자원비용, 공정비용, 연구장비 사용비용 등의 각종 생산비용 저감의 가치를 식별
 - 피해비용저감 편익은 재난 및 재해, 사고, 질병 등으로 인해 발생하는 피해비용의 저감을 의미
 - 한편, 각 과학기술 지식의 증대 및 관련 파급효과는 가치창출 요소로 분석될 수 있으나 실제 타당성조사시에는 반영하지 않는 것으로 진단하고 있음

5) 한국과학기술기획평가원(2016), 『연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(2-1판)』, 연구보고서

[표 2-4] 예비타당성조사시 반영되는 편익 항목 구분

| 구분 | 예비타당성조사시 편익 반영 | 예비타당성조사시 편익 미반영 | |
|---------|--|---|--|
| 가치창출 편익 | <ul style="list-style-type: none"> • 소비자 중심 편익 <ul style="list-style-type: none"> - 연구개발사업의 효과가 소비자에게 영향을 주는 경우 (후생경제학에 근거) • 생산자 중심 편익 <ul style="list-style-type: none"> - 연구개발사업의 효과가 생산자에게 영향을 주는 경우 (i.e. 시장수요 접근법) | <ul style="list-style-type: none"> • 과학기술 지식 (논문, 특허 등)¹⁾ • 과학기술자의 교육 훈련 • 지역개발효과 • 지역산업구조 개편 • 생산 유발효과 | <ul style="list-style-type: none"> • 부가가치 유발효과 • 고용 유발효과 • 수입 유발효과 • 수출 유발효과 • 소득 분배효과 • 취업 유발효과 |
| 비용저감 편익 | <ul style="list-style-type: none"> • 생산비용저감 <ul style="list-style-type: none"> - 자원비용, 공정비용, 연구장비 사용비용, 출장비용 등 각종 생산비용의 저감 • 피해비용저감 편익 <ul style="list-style-type: none"> - 재난·재해, 사고, 질병 등으로 인해 발생하는 피해비용의 저감 | | |

□ 연구개발사업의 편익 분석을 위한 기준선 분석 원칙

- 연구개발사업의 사업 시행 효과를 분석하기 위해서는 사업 유무에 따라 각각에 대한 분석을 하여 그 차이를 비교하는데, 이를 위해 합리적인 기준선 분석이 시급
 - 첫째, 사업 추진을 통해 해결되는 문제를 중심으로 현재와 미래의 상태에 관련된 경제사회적 변수들을 구체적이고 명료하게 제시해야 함
 - 둘째, 분석을 위한 모든 변수들을 구분하여 정량값을 제시해야 함
 - 셋째, 기준선 구체화를 위한 노력 수준을 적절히 결정해야 함
 - 넷째, 기준선의 상태를 구체화하기 위한 모든 가정들을 명시하고 구체적으로 설명할 필요가 있음
 - 예를 들어, 기준선 분석은 현재 상태 및 미래에 대한 예측분석이므로 확보가 어려운 사항과 관계에 대한 가정이 필수적으로 수반되며, 타당성조사 주체는 분석에 적용된 가정의 목록을 제시하고 값들을 명시함으로써 기준선 분석결과의 재현성을 확보해야 하고 적용된 가정과 더불어 경쟁기술의 발전 추이, 해당 기술의 요소 중 불확실한 부분 등과 같이 논의를 통해 제외되는 가정도 있게 되는데 제외의 이유를 구체적으로 보고서에 명시할 필요가 있음
 - 다섯째, 시간 기준으로 기준선을 설정하는 시점과 종료시점을 구체적으로 제

시 할 필요가 있음

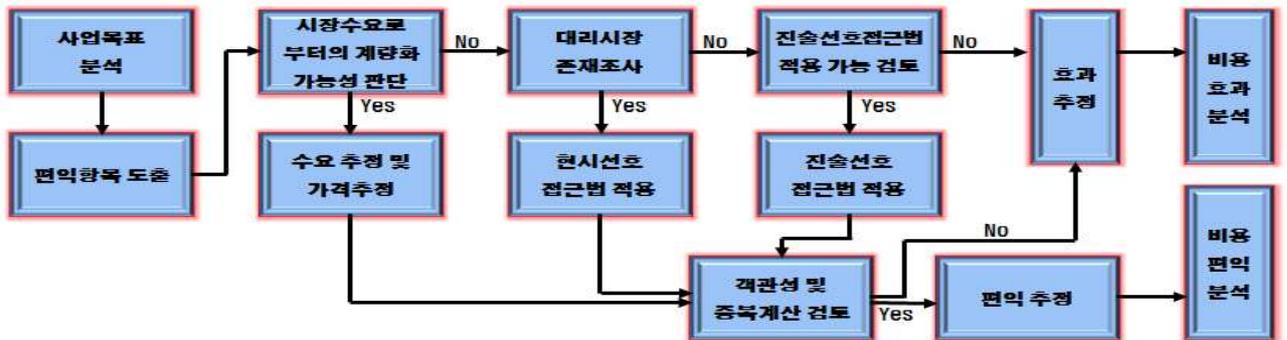
- 여섯째, 기준선 설정의 과정에서 불확실한 모든 요인에 대해 상세히 기술해야 함
- 마지막으로, 분석 대상사업의 경제적 타당성 분석 과정에서 기준선에 적용된 가정들을 준용해야 함

[표 2-5] 연구개발부문 예비타당조사에서 기준선 분석시 준수해야할 사항

| 준수 사항 | 설 명 |
|---|---|
| 사업 추진을 통해 해결되는 문제를 중심으로 현재와 미래의 상태에 관련된 경제사회적 변수들을 구체적이고 명료하게 제시할 것 | 사업 추진을 통해 해결되는 문제에 대한 구체화와 해결되는 정도의 정량적인 제시, 현재의 상태, 문제가 해결되는 과정에 대한 사항, 사업 추진 과정과 결과물에 의해 영향을 받는 주체들에 대한 사항을 중심으로 기술 |
| 분석을 위한 모든 변수들을 구분하여 정량값을 제시할 것 | 예비타당성조사 주체는 사업 시행과 미시행 경우의 비교분석을 수행해야 하므로 이 과정에서 필요한 변수들의 식별은 결과의 엄밀성 확보를 위해 필요 |
| 기준선 구체화를 위한 노력의 수준을 적절히 결정할 것 | 기준선에 대한 분석은 확보된 자료를 토대로 자료를 연결시키는 모형을 적용하고 이 과정에서 자료가 확보되지 않은 부분에 대한 적절한 가정 도입으로 진행됨. 즉, 자료의 수준, 모형의 수준, 가정의 수준 등이 기준선 분석 결과의 수준을 결정하게 되므로 구체화를 위한 노력의 수준을 예비타당성조사 기간과 자원의 범위 내에서 설정해야 함 |
| 기준선의 상태를 구체화하기 위한 모든 가정들을 명시하고 구체적으로 설명할 것 | 기준선 분석은 현재 상태 및 미래에 대한 예측분석이므로 확보가 어려운 사항과 관계에 대한 가정이 필수적으로 수반됨. 예비타당성조사 주체는 분석에 적용된 가정의 목록을 제시하고 값들을 명시함으로써 기준선 분석결과의 재현성을 확보해야 함. 적용된 가정과 더불어 경쟁기술의 발전 추이, 해당 기술의 요소 중 불확실한 부분 등과 같이 논의를 통해 제외되는 가정도 있게 되는데 제외의 이유를 구체적으로 보고서에 명시 |
| 시간 기준으로 기준선을 설정하는 시점과 종료시점을 구체적으로 제시할 것 | 예비타당성조사 기준선 분석의 시점은 사업 착수 시점이며 종료시점은 경제적 타당성 분석의 기간과 동일함. 종료시점의 설정은 사업 추진을 통한 효과 발생의 지연 및 지속과 관련된 사항임 |
| 기준선 설정의 과정에서 불확실한 모든 요인에 대해 상세히 기술할 것 | 불확실한 요인을 명확히 제시하고 가정에 따른 민감도 분석 결과를 제시함 |
| 분석 대상사업의 경제적 타당성 분석 과정에서 기준선에 적용된 가정들을 적용할 것 | 경제적 타당성 분석에서 다수의 시나리오를 비교하는 경우, 비용효과 분석에서 다수의 대안을 비교하는 경우에 있어서 기준선은 동일하게 적용해야 함 |

□ 연구개발사업의 경제성 분석 프로세스

- 연구개발사업의 경제성 분석은 시장 수요 진단 가능성, 대리시장 존재 가능성 등을 종합적으로 판단하여 비용효과분석 또는 비용편익분석으로 나누어 분석



[그림 2-3] 경제성 분석 프로세스

3) 편익 추정 구조

□ 갯벌 생물 공간정보의 정량화 연구를 통한 갯벌 생태계 서비스에 대한 인식 확산에 기여

- 편익항목은 연구사업의 개요 중 기대효과 및 활용방안을 바탕으로 식별 가능한 편익항목을 도출함
 - 본 연구개발사업은, 무인항공기/AI 딥러닝을 기반으로 갯벌 생물의 공간정보를 시험 구축하고자 함
 - 특히, 서/남해안 주요 갯벌의 사회 현안 및 이슈 분석과 대상 후보지역을 선정하고, 갯벌 생물 공간정보 구축을 위해 다학제간 연구 클러스터를 구축할 수 있을 것으로 판단
- 기대효과 및 활용방안을 바탕으로 발생하는 편익항목을 도출하면, 갯벌 생물 공간정보의 정량화 연구를 바탕으로 갯벌의 생태적 기능과 생태계서비스에 대

한 연구가 활성화되면서 갯벌의 생태적 보전가치에 대한 인식도 확산되는 편이 식별될 수 있을 것으로 판단

- 특히, 무인항공기 및 AI 기반의 갯벌 생물 공간정보 연구가 구체화·체계화되면 갯벌 연구의 기초과학적 수월성이 증대되어 갯벌의 본래적 가치가 보다 명확히 드러날 수 있을 것으로 기대
- 이와 함께 갯벌 대형생물 등 생물량 변동 평가에 활용하고, 해양보호대상 생물군에 대한 공간정보 데이터맵에 활용될 수 있을 것으로 기대
- 요약컨대, 본 연구개발사업을 통해 갯벌 생태계 서비스에 대한 인식을 확산시키고 궁극적으로는, 갯벌의 생태적 보전가치에 대한 인식도를 확산시키는데 기여

2 경제성 분석 결과

2.1. 편익 추정의 개요

□ 편익추정의 구도

- 편익항목은 연구사업의 개요 중 연구개발 결과의 기대효과 또는 활용방안을 바탕으로 식별 가능한 편익항목 도출
- 기대효과 및 활용방안을 바탕으로 편익항목을 도출하면, 갯벌공간정보 구축 편익을 도출할 수 있음
- 갯벌공간정보 구축 편익은 무인항공기를 활용하여 갯벌정밀영상제작을 통한 갯벌생물의 공간정보 구축을 통해 생물자원 통합관리, 해양보호생물 관리에 활용할 수 있게 됨으로써 발생하는 편익
- 갯벌공간정보 구축 편익의 산출식은 다음과 같음

$$\text{갯벌공간정보 구축 편익} = \text{갯벌보전의 경제적 가치} \times \text{사업기여율} \times \text{R\&D 기여율} \\ \times \text{R\&D 사업화 성공률}$$

2.2 편익 추정 결과

□ 갯벌보전가치 편익

- 갯벌보전가치 원단위 추정을 위해, 본 연구진이 전국 600가구를 대상으로 갯벌 보전에 대한 CVM 설문조사 실시하여 CVM 방법론을 통한 편익원단위 산출
- CVM 방법론은 설문조사 수행 후, KDI의 예비타당성조사 가이드라인(2015.04)에 따라 추정

- 산출결과, 편익원단위는 2019년 10월말 기준 가구당 914원으로 산정되었으며, 물가지수 보정을 통해 분석시점인 2018년 12월말로 보정하면 편익 원단위는 918원임

[표 2-6] 물가보정을 통한 갯벌보전가치에 대한 지불의사액 추정 결과

| 구분 | 2019년 10월 기준 중앙값 지불의사액 (원/가구당/년) | 소비자 물가지수 | | 2018년 12월 기준 중앙값 지불의사액 (원/가구당/년) |
|-------|--|-----------|-----------|--|
| | | 2019년 10월 | 2018년 12월 | |
| 지불의사액 | 914 | 104.81 | 104.35 | 918 |

- 보정된 편익 원단위로 조사시점인 2019년 기준 통계청 전국 추계가구수를 활용하여 갯벌보전가치 편익을 추정하면 연간 18,466백만원의 연간 편익 발생

[표 2-7] 갯벌보전가치 연간 총 편익

| 중앙값 WTP 추정치 (원/가구/년) | 2019년 기준 통계청 추계 가구수 | 갯벌보전가치 편익 (백만원) |
|-------------------------|---------------------|--------------------|
| 918 | 20,115,725 | 18,466 |

- 아울러 본 조사에서는 설문 상에 지불기간을 5년으로 제시하였고, 할인율은 2018년 기획재정부의 예비타당성조사제도 개편안에 근거하여 4.5% 적용할 경우, 갯벌보전가치에 대한 경제적 편익의 총 현재가치는 77,573백만원임

[표 2-8] 갯벌보전가치 편익의 현재가치(2018년말 불변가격 기준)

| 연도 | 편익의 현재가치 (백만원) |
|--------------|-------------------|
| 1차 년도(2020년) | 16,910 |
| 2차 년도(2021년) | 16,181 |
| 3차 년도(2022년) | 15,485 |
| 4차 년도(2023년) | 14,818 |
| 5차 년도(2024년) | 14,180 |
| 총 편익 | 77,573 |

○ 기술수명 주기

- 국제특허분류(IPC)별 분류체계를 활용하여 각 기술별 기술수명주기를 분석한 한국과학기술기획평가원(2011)⁶⁾의 연구에 따르면, 2000년부터 2009년까지 미국 등록 특허 155만 여건의 인용정보를 이용해 국제특허분류(IPC) 클래스별 기술수명주기 중위수 (median)를 산정하여 제시한 바, 이에 근거하여 편익발생 기간을 결정해야 함
 - 한국과학기술기획평가원(2011) 연구에 따르면, 본 연구개발사업의 관련 학문인 생화학 및 미생물학 등에 해당하는 기술수명주기의 중위수를 7.0년으로 분석
 - 기술수명주기는 편익발생기간과 연동되며 본 분석은 특허 기술별 연구의 중위수값과 같게 7년의 편익발생기간을 규정
- 기술수명주기와 연계되는 편익발생 기간이, 2028년부터 2034년까지의 7년 동안에 걸쳐 [표 2-9]에 제시된 편익의 현재가치를 해당연도의 값으로 배분한 결과는 [표 2-10]과 같음

6) 한국과학기술기획평가원(2011), 『예비타당성조사를 위한 지식기반 분석시스템 구축』

[표 2-9] 경제적 편익의 흐름(2028년~2034년)

(단위 : 백만원)

| 연도 | 경제적 편익 (2018년 말 기준으로 할인 전) | 경제적 편익 (2018년 말 기준으로 할인 후) |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|
| 2028년 | 19,563 | 12,557 |
| 2029년 | 19,563 | 12,055 |
| 2030년 | 19,563 | 11,536 |
| 2031년 | 19,563 | 11,039 |
| 2032년 | 19,563 | 10,564 |
| 2033년 | 19,563 | 10,109 |
| 2034년 | 19,563 | 9,673 |
| 합계 | 136,943 | 77,573 |

□ 사업기여율

- 사업기여율은 연구개발사업의 성과가 시장을 통해 발생하는 가치창출 편익 추정 시 적용하는 주요 인자
- 사업기여율 추정시 활용되는 기존 정부재원 연구개발비는 기존의 유사·중복사업 및 과제의 연구개발비 이므로 편익 대상의 범위(과제/기술/제품 등)와 대응하는 범위로 유사·중복성의 분석이 이루어지는 것이 적절
- 통상적으로 사업기여율 산식은 본 사업 투자규모/(본 사업관련 국가전체 투자규모+ 본 사업 투자규모)에 대입하여 추정
- 그러나 본 사업의 경우 아직 무인항공기 기반 갯벌 기초연구이기 때문에 사업기여율을 추정할 수 없어 본 사업과 유사한 과제를 활용하여 사업 기여도 추정
- 유사 키워드는 NTIS에서 (무인항공기 and 수산), (무인항공기 and 갯벌)로 검색하였으며, 이에 따라 사업기여율 33.0%을 산출

[표 2-10] 사업기여율 분석

| 부처 | 과제명 | 사업비 |
|--------|--------------------------------|-------|
| 해양경찰청 | 무인항공기 기반 해양안전 및 수산생태계 관리기술개발사업 | 3,238 |
| 해양수산부 | 무인항공기 기반 해양안전 및 수산생태계 관리기술개발사업 | 3,000 |
| 본 사업비 | | 3,100 |
| 사업 기여율 | | 33.0% |

□ R&D 기여율

- 국가연구개발사업의 직접적 경제적 편익을 산정하기 위해서는 해당 시장에서 창출된 부가가치 중에서 연구개발이 기여한 정도를 고려할 필요가 있음
- R&D 기여율은 연구개발성과의 상업화를 통해 부가가치가 창출되었을 때, 전체 부가가치 가운데 연구개발에 의한 기여분이 어느 정도인지를 나타내는 지표이며 해당 사업의 경제적 가치를 정확히 추정하기 위해 활용
- 본 분석에서는 최근 2018년에 확정된 「제4차 과학기술기본계획」에 근거하여 40.0%를 적용
- 참고로 본 R&D 기여율은 KISETP이 주관하는 최근 예비타당성조사에서 동일하게 적용되고 있는 수치

□ R&D 사업화 성공률

- 연구개발사업을 통한 기술개발성과가 시장에서 편익창출로 이어지기 위해서는 실증 및 상용화 과정을 거치게 되는데, 이러한 과정에서 존재하는 불확실성을 반영하기 위하여 R&D 사업화 성공률을 반영함
- R&D 사업화 성공률은 통상적으로 연구관리 전문기관들에서 발간하는 최신성 과보고서 또는 연구보고서의 수치를 활용하여 적용
- 임현(2016)의 『2015년 R&D 사업 예비타당성조사 일관성 제고를 위한 조사 체

계 개선 방향 연구』에 따르면, 한국산업기술평가관리원의 자료를 인용하고 기술분야별 사업화 성공률을 정리하면서, 생명공학 분야의 경우 사업화 성공률이 26.0%에 이르는 것으로 분석하고 있어 이를 적용

[표 2-11] R&D 사업화 성공률

| 기술분야 | 사업화 성공률 |
|-----------|---------|
| IT(정보통신) | 51.3% |
| BT(생명공학) | 26.0% |
| NT(나노) | 35.4% |
| ET(환경공학) | 44.9% |
| ST(우주공학) | 33.3% |
| CT(문화콘텐츠) | 47.7% |
| 기타 | 47.3% |
| 전체 | 45.9% |

□ 개별공간정보 구축 편익 분석 결과

- 분석결과, 연간 편익은 672백만원이며, 편익기간을 고려하면, 4,705백만원의 편익이 발생하는 것으로 나타남

[표 2-12] 개별공간정보 구축 편익 분석 결과

(단위 : 백만원)

| 개별보전의 총 가치 | 사업화 기여율 | R&D 기여율 | R&D 사업화 성공률 | 공간정보 구축 편익 |
|------------|---------|---------|-------------|------------|
| 19,563 | 33.0% | 40.0% | 26.0% | 672 |

2.3 경제성 분석

□ 경제성 분석 방법

- 경제적 타당성에 관한 분석은 일단 그 사업이 어느 정도의 경제적 가치가 있는 사업인지를 파악할 수 있도록 함으로써 사업에 대한 이해를 돕게 됨
- 경제적 타당성을 평가하는 분석기법으로는 편익/비용 비율(B/C ratio), 순현재가치(NPV, Net Present Value), 내부수익률(IRR, Internal Rate of Return,) 등이 있는데, 일반적으로 이해가 용이하고, 사업규모의 고려가 가능한 B/C 분석 기법을 많이 사용함

□ 경제성 분석 기법 비교

- 경제성 분석 기법 개요

[표 2-13] 경제성 분석 기법

| 분석기법 | 장 점 | 단 점 |
|----------|---|---|
| 편익/비용 비율 | <ul style="list-style-type: none"> • 이해 용이 • 사업규모 고려 가능 • 비용편익 발생기간의 고려 | <ul style="list-style-type: none"> • 편익과 비용의 명확한 구분 곤란 • 상호배타적 대안선택의 오류발생 가능 • 사회적 할인율의 파악 |
| 내부수익률 | <ul style="list-style-type: none"> • 사업의 수익성 측정 가능 • 타 대안과 비교가 용이 • 평가과정과 결과 이해가 용이 | <ul style="list-style-type: none"> • 사업의 절대적 규모 고려치 않음 • 몇 개의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성 내제 |
| 순현재가치 | <ul style="list-style-type: none"> • 대안 선택 시 명확한 기준 제시 • 장래발생편익의 현재가치 제시 • 한계 순현재가치 고려 • 타 분석에 이용가능 | <ul style="list-style-type: none"> • 할인율의 분명한 파악 • 이해의 어려움 • 대안 우선순위 결정시 오류발생 가능 |

- 편익/비용 비율 : 사업 운영 후 연도별 발생하는 편익과 투입되는 비용(사업비 및 유지관리비)을 적정 할인율로 할인하여 기준년도 가격으로 환산한 금액의 비율을 말하며, 일반적으로 (편익/비용 비율) \geq 1이면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{편익·비용비율}(B/C) = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

- 여기서, B_t : 편익의 당해 연도 값
 C_t : 비용의 당해 연도 값
 r : 할인율(이자율)
 n : 내구년도(분석년도)

- 내부수익률 : 내부수익률이란 현재가치로 환산한 편익과 비용의 값이 같아지는 할인율 r 을 구하는 방법으로 일반적으로 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단

$$\text{내부수익률}(IRR) : \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

- 순현재가치 : 순현재가치란 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재가치로 할인하여 총 편익에서 총 비용을 제한 값이며 (순현재가치) ≥ 0 이면 경제성이 있다고 판단

$$\text{순현재가치}(NPV) = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

□ 경제성 분석 시 고려 사항

- 경제성 분석에 있어 비용과 편익은 모두 사회적 비용 및 편익으로 간주할 수 있는데 일반적으로 공공투자시설의 경우 비용은 실질적으로 투자되어 사용된 비용을 계상하는 반면 편익은 회수방법을 통한 실제수익이 아닌 사회적 편익을 기준으로 함

- 본 사업이 추진되면, 3단계에 걸쳐 총 7년의 연구기간(2019년~2025년)이 소요 될 것으로 예상됨에 따라 단계별 연구기간 완료 후, 2022년부터 편익이 순차 적으로 발생하는 것으로 가정함
- 연구개발 사업은, 그 성격상 비용이 초기에 집중 발생하는 반면, 편익은 연구 개발사업후 후 장기간 동안 발생하기 때문에 분석기간 동안 예상되는 비용과 편익에 사회적 할인율을 적용하여 현재가치로 환산하여 평가함

□ 경제성 분석 시 전제

- 사회적 할인율
 - 비용과 편익의 미래 흐름을 비교하기 위하여 사용되는 할인율은 자원의 기회 비용, 즉 투자사업에 사용된 자본이 다른 투자사업에 사용되었을 경우 얻을 수 있는 수익을 추정하게 할 뿐 아니라 사람에 따라 혹은 사회에 따라 그리고 시대에 따라 다를 수 있는 시간의 객관적인 가치를 나타냄
 - 할인율 개념의 적용에 있어서는 많은 이견이 있으나 특정 건설사업이 정부에 의해 주도되는 경우에는 사회적 할인율의 개념을 적용하고 민간자본에 의해 추진되는 경우에는 시장이자율에 근거한 재무적 할인율을 적용하는 것이 일반 적
 - 사회적 할인율은 통상 시장이자율보다 낮은 수준으로 책정되는데 그 이유는 사회적 할인율을 사용하여 사업타당성을 평가하는 주체가 주로 정부이며 정부 로서는 미래사업의 중요성이 더 높게 평가되어야 하기 때문임
 - 대부분의 국가는 투자사업의 특성에 따른 할인율을 자국의 경제성장률, 물가 상승률, 경제적 잠재능력 등을 고려하여 개괄적인 방법으로 정부가 추정하여 사용하고 있어 데 본 연구에서의 사회적 할인율은 기획재정부가 2017년 8월에 발표한 「예비타당성조사제도 개편안」에 의거하여 4.5% 적용
- 경제성 분석의 고려 사항
 - 분석 시점 : 본 분석 직전연도 2018년 기준으로 현재가치화

- 비용 : KIOST에서 제공한 갯벌 기능 평가를 위한 단계별 예산안
(2021년~2027년, 3단계 총 31억원)
- 분석 기간 : 편익발생 시점인 2028년 이후부터 단계별 연구기간 종료 후 7년
간
- 할인율 : 최근 개정된 기획재정부 방침에 근거하여 4.5% 적용

□ 경제성 분석 결과

- 경제성 분석 결과 편익-비용비율은 1.12로서 본 연구개발 사업은 경제적으로 타당한 것으로 분석
- 추후 본 연구개발사업을 통해 갯벌의 생태계서비스의 인식 가치가 추가로 식별되고 보존가치 인식개선 효과가 확대되면서 기초과학적 연구의 수월성이 높아지면 본 편익-비용비율은 변화될 수 있음
- 한편, 본 경제성 분석에서는 최종적으로 반영하지 않은 온실가스 배출량 감축 편익 등이 본 기획연구의 성과로 추가로 확인되면 편익-비용비율은 보다 더 증대될 것으로 전망
- 내부수익율은 6.2%이며, 순현재가치는 276백만원인 것으로 분석

[표 2-14] 경제성 분석 결과 요약

| 구 분 | 분석 결과 |
|------------------|-------|
| 총 편익의 현재가치 (백만원) | 2,665 |
| 총 비용의 현재가치 (백만원) | 2,389 |
| 순현재가치 (백만원) | 276 |
| 비용편익비율(B/C) | 1.12 |
| 배부수익률(IRR) | 6.2% |

[표 2-15] 비용-편익의 흐름

| 구분 | 비용 | | 비용 | | 순현재가치 | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 값 | 할인값 | 값 | 할인값 | 값 | 할인값 |
| 2021 | 400 | 351 | | | -400 | -351 |
| 2022 | 400 | 335 | | | -400 | -335 |
| 2023 | 500 | 401 | | | -500 | -401 |
| 2024 | 500 | 384 | | | -500 | -384 |
| 2025 | 500 | 367 | | | -500 | -367 |
| 2026 | 400 | 281 | | | -400 | -281 |
| 2027 | 400 | 269 | | | -400 | -269 |
| 2028 | | | 672 | 433 | 672 | 433 |
| 2029 | | | 672 | 414 | 672 | 414 |
| 2030 | | | 672 | 396 | 672 | 396 |
| 2031 | | | 672 | 379 | 672 | 379 |
| 2032 | | | 672 | 363 | 672 | 363 |
| 2033 | | | 672 | 347 | 672 | 347 |
| 2034 | | | 672 | 332 | 672 | 332 |
| 합계 | 3,100 | 2,389 | 4,705 | 2,665 | 1,605 | 276 |

□ 민감도 분석

- 편익 및 비용 변화에 대한 민감도 분석을 위해서 편익과 비용을 ±20%까지 10%p씩 변화시킴
- 편익이 감소하고(-20.0%), 비용이 증가(~20.0%)하는 경우를 제외하고, 본 사업은 경제적 타당성을 확보한 것으로 판단

[표 2-16] 민감도 분석 결과

| 구 분 | 변화율 (%) | 총편익의 현재가치 (억원) | 총비용의 현재가치 (억원) | 순현재가치 (억원) | B/C |
|--------|---------|----------------------|----------------------|---------------|------|
| 편익의 변화 | 20% | 3,198 | 2,389 | 810 | 1.34 |
| | 10% | 2,932 | 2,389 | 543 | 1.23 |
| | 0% | 2,665 | 2,389 | 276 | 1.12 |
| | -10% | 2,399 | 2,389 | 10 | 1.00 |
| | -20% | 2,132 | 2,389 | -257 | 0.89 |
| 비용의 변화 | 20% | 2,665 | 2,867 | -201 | 0.93 |
| | 10% | 2,665 | 2,628 | 38 | 1.01 |
| | 0% | 2,665 | 2,389 | 276 | 1.12 |
| | -10% | 2,665 | 2,150 | 515 | 1.24 |
| | -20% | 2,665 | 1,911 | 754 | 1.39 |

2.4. 일자리 창출효과

□ 개요

- 정부는 재정이 투입되는 모든 사업에 대해 일자리 창출효과를 분석하도록 제안하고 있어 본 사업에서도 「2019 재정사업고용영향평가 가이드라인」(고용노동부, 2019)을 활용하여 재정사업에 대한 일자리 창출효과 분석

□ 직접고용효과

- 인건비는 연구개발사업의 통상적인 관례에 따라 총사업비의 30%로 가정
- 직접고용효과는 고용영향평가 가이드라인 산정원칙과 관련 사업의 연평균 임금 중 평균임금인 68.1백만원 적용
- 직접고용효과 분석결과, 직접고용효과는 13.7명으로 분석됨

[표 2-17] 직접고용효과 분석 결과

| 구분 | 세부내용 |
|-------------------------|------|
| 인건비(백만원) | 930 |
| 산업별 연평균 근로자 임금 (백만원) | 68.1 |
| 고용효과(명) | 13.7 |

□ 간접고용효과

- 간접고용효과는 고용영향평가 가이드라인 산정원칙과 산업별 1인 고용창출을 위한 평균지출액 중 연구개발업 지출액인 89백만원 적용
- 인건비 외 지출액은 총 사업비에서 인건비를 제외한 금액

- 간접고용효과 분석결과, 간접고용효과는 24.4명으로 분석됨

[표 2-18] 간접고용효과 분석 결과

| 구분 | 세부내용 |
|--------------------------------|-------|
| 인건비(백만원) | 2,170 |
| 산업별 1인 고용창출을 위한 평균지출액 (백만원) | 89 |
| 고용효과(명) | 24.4 |

□ 총 고용효과

- 고용노동부 가이드라인에 근거한 본 기획연구사업에 따른 총 일자리 창출효과는 직접고용효과 13.7명, 간접고용효과 24.4명 등 총 38.1명으로 분석됨

[표 2-18] 일자리 창출효과

| 구분 | 세부내용 |
|-----------|------|
| 직접고용효과(명) | 13.7 |
| 간접고용효과(명) | 24.4 |
| 합계(명) | 38.1 |

별첨 3. 무인항공기/AI 기술 적용 사업화 추진 계획 수립 자문 보고서

자문 원고 #1

작성자: 안양대학교 교수 류종성

작성일시: 2019년 9월 16일

제목: 해양생물보호구역 확대 및 갯벌생태계 복원모니터링의 개발기술 적용성 및 활용성 분석

1. 자문보고서 작성 의도

해양수산부는 2019년에 제2차 해양생태계 보전·관리 기본계획을 수립하였다. 2차 기본계획은 2019년부터 2028년까지 10년 동안 적용되며, 이 기간 동안 서식지, 생물, 생태계서비스, 관리기반, 거버넌스 등 5개 분야에 대해 약 9600억원의 예산을 투입하게 된다. 따라서, 해양생태분야의 신규 연구사업을 제안하고자 한다면 제2차 해양생태계 기본계획의 추진 방향을 참고해서 정책적 타당성을 확보하는 것이 유리하다 할 것이다.

한국해양과학기술원(KIOST)은 인공지능을 이용하여 무인항공기 영상으로 부터 갯벌 생물의 생태 및 공간정보를 얻고자 하는 연구를 추진하기 위한 기획연구를 수행중이다. 본 자문보고서는 KIOST에서 개발하고자 하는 무인항공기/AI 기술이 해양수산부의 해양생태계 관리의 정책방향에 부합하는지를 4차례에 걸쳐 검토하게 된다. 이를 통해 정책적 타당성을 확보하게 되면 연구예산 확보의 가능성을 높일 수 있게 된다. 금번 1차 자문보고서에서는 해양생물보호구역과 해양생태계 복원사업의 추진방향을 설명하고 개발하고자 하는 기술을 어떻게 적용하고 활용할 수 있는지를 분석하고자 한다. 2차 보고서에서는 해양보호생물 관리 분야, 3차 보고서에서는 유해교란생물 관리 분야, 4차 보고서에서는 해양생태계서비스 평가 분야에서 무인항공기/AI 기술의 적용성과 활용성을 분석할 것이다.

2. 해양생물보호구역 관리 분야에 개발기술의 적용 가능성

해양생물보호구역은 해양보호구역의 일종으로 해양보호생물의 보호를 위하여

해양생태계법 제25조 1항에 의거하여 지정한다. 해양보호구역은 관련 법률에 의거하여 지정되기 때문에 관리를 위한 예산이 우선적으로 수립되어 집행된다. 따라서 해양보호구역의 관리에 도움을 줄 수 있는 방향으로 기술 개발을 추진한다면 예산을 확보할 수 있는 가능성이 상대적으로 높아질 수 있다.

<우리나라 해양보호구역(일반적인 개념)의 지정 및 관리 현황>

| 구분 | 개소 | 면적(km ²) | 관련 부처 | 관련 법령 |
|---------------|-----------|----------------------|-------|--------------------------------------|
| 해양보호구역 | 해양생태계보호구역 | 13 | 해양수산부 | 「해양생태계의보전및관리에관한법률」 제25조, 「습지보전법」 제8조 |
| | 해양생물보호구역 | 1 | | |
| | 해양경관보호구역 | 1 | | |
| | 습지보호지역 | 13 | | |
| 습지보호지역(하구) | 2 | 98.39 | 환경부 | 「습지보전법」 제8조 |
| 할사르습지 | 7 | 176.77 | 해양수산부 | - |
| 해상-해안국립공원 | 4 | 2,753.70 | 환경부 | 「자연공원법」 제4조 |
| 도립공원 | 8 | 407.57 | 환경부 | 「자연공원법」 제4조 |
| 군립공원 | 1 | 3.77 | 환경부 | 「자연공원법」 제4조 |
| 환경보전해역 | 4 | 949.12 | 해양수산부 | 「해양환경관리법」 제15조 |
| 수산자원보호구역 | 10 | 2,495.00 | 해양수산부 | 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제40조 |
| 천연기념물 | 3 | 960.14 | 문화재청 | 「문화재보호법」 제25, 27조 |
| 천연기념물(천연보호구역) | 6 | 35.40 | | |
| 명승 | 9 | 18.20 | | |
| 계 | 82 | 9,675.51 | | |

현재 우리나라 해양보호구역은 총 15개소가 지정되어 있으며, 종류별로는 해양생태계보호구역 13개소, 해양생물보호구역 1개소, 해양경관보호구역 1개소가 있다. 여기서 언급한 해양보호구역은 해양생태계법에 의거하여 지정한 경우를 말하며, 일반적으로 이야기 하는 해양보호구역은 종류가 훨씬 다양하다. 일반적인 경우를 말하자면 3개의 중앙부처가 구분하여 주관하고 있으며, 6개의 법률에서 개별 보호지역의 목적, 기준, 절차 등을 규정하고 있다. 예를 들면, 해양수산부는 해양생태계법에 의거한 해양보호구역, 해양환경관리법에 의거한 환경보전해역, 습지보전법에 의거한 습지보호지역, 국토계획법에 의거한 수산자원보호구역을 관리하고 있다. 환경부는 습지보전법에 의거하여 한강하구와 낙동강하구 습지보호지역 2개소

를 관리하고 있으며, 자연공원법에 의거한 국립공원, 도립공원, 군립공원을 관리하고 있다. 문화재청은 문화재보호법에 의거한 천연기념물, 천연보호구역, 명승 등 3 종류의 보호지역을 관리하고 있다. 이러한 보호지역은 2018년 12월 기준으로 총 82개소, 면적은 9675.51 km²에 달한다.

<해양수산부 관할 습지보호지역 지정 현황>

| 명칭 | 위치 | 면적(km ²) | 지정주체 | 지정일시 |
|----------|-----------------------------------|----------------------|-------|------------|
| 무안갯벌 | 전남 무안군 해제면, 현경면 일대 | 42 | 해양수산부 | 2001.12.28 |
| 진도갯벌 | 전남 진도군 군내면 고군면 일원 (신동지역) | 1.44 | 해양수산부 | 2002.12.28 |
| 순천만갯벌 | 전남순천시별량면,해룡면,도사동 일대 | 28 | 해양수산부 | 2003.12.31 |
| 보성 벌교갯벌 | 전남 보성군 호동리, 장양리, 영동리, 장암리, 대포리 일대 | 31.85 | 해양수산부 | 2018.09.03 |
| 웅진 장봉도갯벌 | 인천 웅진군 장봉리 일대 | 68.4 | 해양수산부 | 2003.12.31 |
| 부안줄포만갯벌 | 전북 부안군 줄포면 보안면 일원 | 4.9 | 해양수산부 | 2006.12.15 |
| 고창갯벌 | 전북 고창군 부안면(Ⅰ지구), 실원면(Ⅱ지구) 일원 | 64.66 | 해양수산부 | 2018.09.03 |
| 서천갯벌 | 충남 서천군 비인면, 증천면 일원 | 68.09 | 해양수산부 | 2018.09.03 |
| 봉암갯벌 | 경남 창원시 마산 회원구 봉암동 | 0.1 | 해양수산부 | 2011.12.16 |
| 시흥갯벌 | 경기 시흥시 장곡동 | 0.71 | 해양수산부 | 2012.02.17 |
| 대부도갯벌 | 경기 안산시 단원구 연안갯벌 | 4.53 | 해양수산부 | 2017.03.22 |
| 신안갯벌 | 전남 신안군 일원 | 1,100.86 | 해양수산부 | 2018.09.03 |
| 송도갯벌 | 인천 연수구 송도동 | 6.11 | 인천광역시 | 2009.12.31 |
| 합 계 | | 1,421.65 | | |

자료 : 바다생태정보나라(www.ecosea.go.kr)

해양수산부 해양생태과를 통해서 연구사업을 진행하고자 한다면 해양생태과에서 주관하는 해양보호구역을 적용 대상으로 삼아야 한다. 예를 들면 해양생태계법

에 의거한 해양보호구역과 습지보전법에 의거하여 갯벌을 대상으로 지정된 습지 보호지역을 들 수 있겠다. 연구사업을 추진하고자 하는 과학자들이 주로 실수하는 것이 각 부서에서 관리하는 대상을 파악하지 못하고 엉뚱한 대상을 선택하는 것이다. 예를 들면 낙동강 하구 습지보호지역은 환경부에서 관리하기 때문에 해양생태과에 예산을 요구하는 것은 별다른 효과를 보지 못한다.

제2차 기본계획에서는 해양생물보호구역과 해양경관보호구역의 지정을 확대하고자 한다. 특히, 해양생물보호구역은 해양보호생물을 보호하기 위해 지정되어 있기 때문에 보호하고자 하는 대상 생물의 서식분포 및 생태 정보를 확보하는 것이 필수적이다. 특히, 이동성이 낮고 생물흔적이 뚜렷한 흰이빨참갯지렁이, 흰발농게 등은 서식구멍을 통해 간접적인 개체군 정보를 확보할 수 있다. 구멍의 모양과 생체량의 관계를 파악하면 어느 정도 크기의 개체가 어느 지역에 분포하는 지를 파악할 수 있고, 이러한 공간분포의 시간적 변화를 추적할 수 있다. 이러한 개체군 정보를 통해 특정한 습지보호지역에서 보호대상 생물 개체군의 viability를 분석할 수 있으며, 개체군의 변동을 예측할 수 있게 되고, 이에 기반하여 과학적인 관리 방안을 수립할 수 있게 된다.

3. 해양 및 갯벌생태계 복원 분야에 개발기술의 적용 가능성

해양수산부는 2015년 8월에 국무회의를 통해 갯벌자원화 종합계획을 보고하고 이에 따른 갯벌복원사업을 확대하기로 했다. 2018년 6월에는 갯벌복원 중기계획을 수립하여 2023년까지 갯벌면적 3 km²를 복원하고, 물길 3 km를 소통하기로 했다. 또한 해양수산생물의 산란장과 서식지 조성을 위해 2009-2016년 동안 245.93 km²의 인공어초를 설치한 바 있으며, 수산종자를 방류하여 수산자원 회복을 도모하고 있다. 특히 연안해역의 갯녹음을 해소하고 생태계 보호를 위해서 2009-2017년 동안 123개소, 152.51 km²의 바다숲을 조성하고 30개소의 바다목장을 준공했다.

<바다숲 조성사업 추진 현황>

| 구분 | 연도 | | | | | 계 |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 2014까지 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | |
| 사업해역 (개소) | 66 | 21 | 24 | 18 | 20 | 149 |
| 조성면적 (ha) | 5,908 | 3,236 | 3,064 | 3,043 | 3,108 | 18,359 |

<연안바다목장 조성사업 추진현황>

| 구분 | 연도 | | | | | 계 |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 2014까지 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | |
| 사업량(개소) | 128 | 21 | 24 | 18 | 20 | 149 |
| 사업비(억원) | 1,300 | 3,236 | 3,064 | 3,043 | 3,108 | 18,359 |
| 준공(개소) | 17 | 4 | 5 | 4 | 6 | 36 |

갯벌을 비롯한 해양생태계를 복원하는 것은 제2차 기본계획에도 명시되어 있다. 특히, 해양생태계의 연결성을 강조하는 해양생태축 복원 사업을 추진하여 단절된 해양생태계 서식공간을 복원하고 해양생태계의 고유한 기능과 역할을 회복시키게 된다. 이러한 복원사업의 확대는 무인항공기/AI 기술의 적용 가능성을 높여준다. 특히 해양생태축의 경우 관리대상 생물의 연결성에 대한 정보가 필수적이므로 이러한 자료를 제공할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 예를 들면 흰발농게, 흰이빨 참갯지렁이의 어린 개체가 주로 사는 공간과 성체가 사는 공간을 구분할 수 있다면 이 2종을 대상으로 해양생태축의 관리 방안을 보다 과학적으로 도출할 수 있게 된다.

2016년에 갯벌생태계 복원사업 지침이 수립되었고, 2018년에 갯벌복원 중기계획이 수립되었으며, 갯벌 및 그 주변지역의 지속가능한 관리와 복원에 관한 법률(갯벌법)이 2019년 1월에 제정되어 2020년 1월에 시행을 앞두고 있다. 2019년 9월 현재까지 시범사업(순천, 사천, 고창) 이후 9개소에 대한 복원사업이 추진되었으며, 갯벌복원 중기계획에 따라 향후 5년 간 총 23개소에 대한 복원사업이 추진될 예

정이다.

<갯벌복원사업 시행 및 진행지 현황>

| 구분 | 대상지 | 복원년도 | 복원유형 |
|-------------|------------------------|---------|-----------|
| 완료 (6개소) | 경남 사천 비토섬 갯벌 | '10-'12 | 물길소통(교량화) |
| | 전남 순천만 갯벌 | '10-'12 | 폐염전 복원 |
| | 전북 고창 갯벌 | '10-'13 | 폐양식장 복원 |
| | 전남 신안 증도-화도 갯벌 | '12-'14 | 물길소통 |
| | 전남 신안 소기절도-소악도 갯벌 | '12-'14 | 물길소통 |
| | 전남 신안 병풍도-대기절도-소기절도 갯벌 | '12-'14 | 물길소통 |
| | 전남 무안군 현경면 해운리 갯벌 | '13-'14 | 갯벌환경 개선 |
| | 전남 고흥 갯벌 (풍양면 매곡지선) | '14-'15 | 갯벌환경 개선 |
| | 강화군 동검도 | '14-'16 | 물길소통 |
| 진행 (6개소) | 옹진군 시·모도 갯벌 | '17- | 물길소통 |
| | 서천시 장항읍 유부도갯벌 | '17- | 갯벌환경 개선 |
| | 순천시 별량면 갯벌 | '18- | 폐양식장 복원 |
| | 태안군 소원면 근소만 갯벌 | '18- | 갯벌환경 개선 |
| | 서산시 팔봉면 고파도 갯벌 | '18- | 폐양식장 복원 |
| | 고창군 신흥면 갯벌 | '18- | 폐양식장 복원 |



<갯벌복원사업 수행지역 현황>

중기계획에 따라 추진되는 모든 갯벌복원사업은 사전, 진행중, 사후 모니터링을 반드시 실시하도록 되어 있다. 이러한 모니터링을 수행하는 목적은 갯벌복원 기본계획에 명시된 사업목표의 달성여부를 확인하고, 복원사업의 생태적, 경제적 효과를 과학적으로 나타내기 위함이다. 기존의 모니터링은 고전적인 생태조사를 통해 이루어지기 때문에 시간과 비용이 많이 들고, 자료의 시공간 범위도 한정적일 수 밖에 없으며 이를 극복할 수 있는 비용절감의 신기술 적용이 필요하다. 무인항공기/AI를 적용하여 생태모니터링을 할 수 있는 기술을 개발한다면 갯벌복원 사업에 적용할 수 있는 가능성이 매우 높다 하겠다.

자문 원고 #2

작성자: 안양대학교 교수 류종성

작성일시: 2019년 9월 30일

제목: 해양보호생물 서식실태 파악 및 보호종별 보전관리대책 수립의 개발기술 적용성 및 활용성 분석

1. 2차 자문보고서 개요

2차 자문보고서에서는 해양보호생물 관리분야에서 무인항공기/AI 기반 기술의 적용성을 높이기 위해서 어떤 내용의 기술개발을 추진해야하는지를 살펴보고자 한다. 제2차 해양생태계 기본계획에서 향후 10년 간 투입되는 예산의 약 50%를 해양보호생물 분야가 차지하기 때문에 이 분야에 대한 관리 활용성을 높이는 것이 연구사업 예산 확보에 핵심사항이 된다. 해양보호생물 분야에 가장 많은 투자가 이루어지는 것은 국민의 관심사가 가장 높은 해양이슈가 해양보호생물이기 때문이라고 해도 과언이 아니다. 본 보고서에서는 먼저 해양보호생물에 대한 내용을 살펴보고 관리에 활용될 수 있는 기술개발의 내용을 제시하고자 한다.

2. 해양보호생물 서식실태 파악을 위한 기술 적용성 및 활용성

우리나라는 해양생태계법에 의거하여 생존을 위협받거나 보호해야 할 가치가 높은 해양생물을 해양보호생물로 지정하여 관리하고 있다. 2019년 현재 총 80종의 해양보호생물이 지정되어 있다. 분류군별 지정 내용을 살펴보면 다음과 같다.

해양포유류는 바다에 사는 포유동물을 의미하며, 포유동물은 젖먹이, 머리카락과 털, 새끼를 낳는 태생, 높은 지능을 갖는 신피질 등 4가지 특징을 지니는 것으로 알려져 있다. 따뜻한 피를 지니는 온혈동물에는 참치 등의 대형 어종이 속하기 때문에 이는 포유동물의 고유한 특징은 아니다. 해양포유류에 속하는 하위분류군은 고래목, 식육목 기각상과, 식육목 족제비과, 바다소목, 식육목 곰과 등 5종류이다. 고래목에는 고래와 돌고래가 포함된다. 식육목은 육식성을 의미하며 물범, 물개 등 기각상과, 해달이 속한 족제비과, 북극곰이 속한 곰과 등 3개의 하위분류군으로 구성된다. 바다소목에는 듀공과 매너티가 속해 있다. 총 16종이 해양보호생

물로 지정되어 있으며 이중 고래가 10종에 달하고, 가장 최근에 상괭이가 해양보호생물로 지정된 바 있다. 고래고시에 의하면 혼획된 고래 사체는 불법의 징후가 없을 경우에 위판할 수 있도록 되어 있으나 해양보호생물로 지정된 고래의 경우는 위판이 금지되어 있다. 상괭이는 매년 천여 마리가 혼획되어 위판되어 왔으나 해양보호생물로 지정된 이후부터는 위판이 금지되어 보호받을 수 있는 가능성이 열려있음과 동시에 혼획 보고가 제대로 이루어지지 않아 여전히 보호의 사각지대에 놓여 있기도 하다. 무선항공기를 이용한 해양포유류의 서식분포 및 개체군 정보를 얻을 수 있다면 기술개발의 관리 활용성을 높일 수 있게 되므로 이에 대한 기술개발이 반드시 추진되어야 한다.

<해양포유류의 해양보호생물 지정 현황>

| 구분 | 국명(보통명) | 학명 | 비고 |
|----|---------|------------------------------------|--|
| 1 | 고리무늬물범 | <i>Pusa hispida</i> | IUCN 관심필요종 |
| 2 | 귀신고래 | <i>Eschrichtius robustus</i> | OITES I, IWC 포획금지종, IUCN 관심필요종 |
| 3 | 날방큰돌고래 | <i>Tursiops aduncus</i> | OITES II, IWC 포획금지종, IUCN 자료부족종 |
| 4 | 대왕고래 | <i>Balaenoptera musculus</i> | OITES I, IWC 포획금지종, IUCN 멸종위기종 |
| 5 | 띠무늬물범 | <i>Histiophoca fasciata</i> | IUCN 관심필요종 |
| 6 | 물개 | <i>Callorhinus ursinus</i> | 멸종위기 야생생물 II급, IUCN 취약종 |
| 7 | 바다사자 | <i>Zalophus japonicus</i> | IUCN 절멸종 |
| 8 | 보리고래 | <i>Balaenoptera borealis</i> | OITES I, IWC 포획금지종, IUCN 멸종위기종 |
| 9 | 북방긴수염고래 | <i>Eubalaena japonica</i> | OITES I, IWC 포획금지종, IUCN 멸종위기종 |
| 10 | 브라이드고래 | <i>Balaenoptera edeni</i> | OITES I, IWC 포획금지종, IUCN 자료부족종 |
| 11 | 상괭이 | <i>Neophocaena asiaeorientalis</i> | OITES I, IWC 포획금지종, IUCN 취약종 |
| 12 | 절박이물범 | <i>Phoca largha</i> | 멸종위기 야생생물 II급, 천연기념물 제331호, IUCN 관심필요종 |
| 13 | 참고래 | <i>Balaenoptera physalus</i> | OITES I, IWC 포획금지종, IUCN 멸종위기종 |
| 14 | 큰바다사자 | <i>Eumetopias jubatus</i> | 멸종위기 야생생물 II급, IUCN 위기근접종 |
| 15 | 향고래 | <i>Physeter macrocephalus</i> | OITES I, IWC 포획금지종, IUCN 취약종 |
| 16 | 흑등고래 | <i>Megaptera novaeangliae</i> | OITES I, IWC 포획금지종, IUCN 관심필요종 |

<해양무척추동물의 해양보호생물 지정 현황>

| 구분 | 국명(보통명) | 학명 | 비고 |
|----|-----------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 갯게 | <i>Chasmagnathus convexus</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 2 | 검붉은수지맨드라미 | <i>Dendronephthya suenisoni</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 3 | 금빛나팔돌산호 | <i>Tubastraea coccinea</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 4 | 기수갈고둥 | <i>Clithon retropictus</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 5 | 깃산호 | <i>Plumarella spinosa</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 6 | 나팔고둥 | <i>Charonia sauliae</i> | 멸종위기 야생생물 I급 |
| 7 | 남방방게 | <i>Pseudohelice subquadrata</i> | 멸종위기 야생생물 I급 |
| 8 | 논콩게 | <i>Scopimera bitympana</i> | |
| 9 | 달랑게 | <i>Ocypode stimpsoni</i> | |
| 10 | 대추귀고둥 | <i>Ellobium chinense</i> | 멸종위기 야생생물 II급 IUCN 자료부족종 |
| 11 | 두이빨사각게 | <i>Sesarma bidens</i> | |
| 12 | 둔한진홍산호 | <i>Euplexaura crassa</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 13 | 망상맬시산호 | <i>Plexauroides reticulata</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 14 | 미립이분지돌산호 | <i>Dichopsammia granulosa</i> | CITES II |
| 15 | 밤수지맨드라미 | <i>Dendronephthya castanea</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 16 | 별혹산호 | <i>Verrucella stellata</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 17 | 붉은발말뚝게 | <i>Sesarmops intermedius</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 18 | 선침거미불가사리 | <i>Ophiacantha linea</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 19 | 연수지맨드라미 | <i>Dendronephthya mollis</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 20 | 유사벌레불이말미잘 | <i>Synandwakia multitentaculata</i> | |
| 21 | 유착나무돌산호 | <i>Dendrophyllia cribrosa</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 22 | 의열통성게 | <i>Nacospatangus alta</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 23 | 자색수지맨드라미 | <i>Dendronephthya putteri</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 24 | 잔가지나무돌산호 | <i>Dendrophyllia ijimai</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 25 | 착생깃산호 | <i>Plumarella adhaerans</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 26 | 촉맬시산호 | <i>Plexauroides complexa</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 27 | 해송 | <i>Antipathes japonica</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 28 | 빛자루해송 | <i>Antipathes densa</i> | CITES II |
| 29 | 망해송 | <i>Antipathes dubia</i> | CITES II |
| 30 | 긴가지해송 | <i>Antipathes lata</i> | CITES II |
| 31 | 실해송 | <i>Cimipathes anguina</i> | CITES II |
| 32 | 흰발농게 | <i>Uca lactea</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 33 | 흰수지맨드라미 | <i>Dendronephthya alba</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 34 | 흰이빨참갯지렁이 | <i>Periserrula leucophryna</i> | |

해양무척추동물은 총 34종이 해양보호생물로 지정되어 있어 가장 많은 종류를 차지하는 분류군이기도 하다. 무인항공기의 관측 대상이 될 수 있는 동물은 갯벌에 서식하는 무척추동물이며, 갯게, 기수갈고둥, 남방방게, 눈콩게, 달랑게, 대추귀고둥, 두이빨사각게, 붉은발말뚝게, 흰발농게, 흰이빨참갯지렁이 등 10종이 속해 있다. 이 중 눈콩게, 달랑게, 흰발농게, 흰이빨참갯지렁이는 갯벌 표면에 구분이 비교적 쉬운 구멍을 만들기 때문에 드론영상의 인공지능 분석을 통해 서식실태를 파악할 수 있는 대상생물이 될 수 있다. 갯게, 기수갈고둥, 대추귀고둥, 붉은발말뚝게 등은 갯벌 상부에 분포하는 갈대밭과 같은 염습지에 주로 서식하기 때문에 무인항공기로 관측하는 것이 난해한 것으로 알려져 있으나 염습지 분포 파악을 통해서 생물분포를 추정할 수 있는 기술이 개발된다면 이들 보호생물의 관리에 상당한 도움을 줄 수 있다.

해초류는 바다에 서식하면서 꽃을 피우는 현화식물인 잘피가 대표적으로 해양보호생물로 7종이 지정되어 있다. 잘피는 갯벌 하부조건대나 수심이 얇은 연성저질 조하대에 분포하기 때문에 무인항공기를 이용한 관측 가능성이 비교적 높다 하겠다.

<해초류의 해양보호생물 지정 현황>

| 구분 | 국명(보통명) | 학명 | 비고 |
|----|---------|---------------------------------|---------------|
| 1 | 거머리말 | <i>Zostera marina</i> | IUCN 관심필요종 |
| 2 | 게바다말 | <i>Phyllospadix japonicus</i> | IUCN 멸종위기종 |
| 3 | 살나무말 | <i>Coccolophora langsdorfii</i> | 멸종위기 야생생물 II급 |
| 4 | 새우말 | <i>Phyllospadix iwatensis</i> | IUCN 취약종 |
| 5 | 수거머리말 | <i>Zostera caulescens</i> | IUCN 위기근접종 |
| 6 | 왕거머리말 | <i>Zostera asiatica</i> | IUCN 위기근접종 |
| 7 | 포기거머리말 | <i>Zostera caespitosa</i> | IUCN 취약종 |

해양파충류는 매부리바다거북, 붉은바다거북, 장수거북, 푸른바다거북 등 4종이 해양보호생물로 지정되어 있다. 국립해양생물자원관에서 바이오로거를 이용하여 위치추적을 수행하고 있으며 매년 구조치료된 개체를 방류하는 사업을 통해 국민의 관심사가 상당히 높은 분류군이라 할 수 있다. 그러나, 무인항공기를 이용한 관측은 어려울 것으로 보인다. 해양어류에 속하는 해양보호생물은 가시해마, 복해마, 점해마 등 해마류 3종과 고래상어, 홍살귀상어 등 상어류 2종으로 총 5종이 등록되어 있다. 어류 역시 무인항공기로 관측이 난해하다.

<해양파충류의 해양보호생물 지정 현황>

| 구분 | 국명(보통명) | 학명 | 비고 |
|----|---------|-------------------------------|------------------------|
| 1 | 매부리바다거북 | <i>Eretmochelys imbricata</i> | CITES I IUCN 심각한위기종 |
| 2 | 붉은바다거북 | <i>Caretta caretta</i> | CITES I IUCN 취약종 |
| 3 | 장수거북 | <i>Dermochelys coriacea</i> | CITES I IUCN 취약종 |
| 4 | 푸른바다거북 | <i>Chelonia mydas</i> | CITES I IUCN 멸종위기종 |

<해양어류의 해양보호생물 지정 현황>

| 구분 | 국명(보통명) | 학명 | 비고 |
|----|---------|---------------------------------|------------------------|
| 1 | 가시해마 | <i>Hippocampus histrix</i> | CITES II IUCN 취약종 |
| 2 | 고래상어 | <i>Rhincodon typus</i> | CITES II IUCN 멸종위기종 |
| 3 | 복해마 | <i>Hippocampus kuda</i> | CITES II IUCN 취약종 |
| 4 | 점해마 | <i>Hippocampus trimaculatus</i> | CITES II IUCN 취약종 |
| 5 | 홍살귀상어 | <i>Sphyrna lewini</i> | CITES II IUCN 멸종위기종 |

바닷새는 총 14종이 해양보호생물로 지정되어 있다. 갯벌에 서식하는 종류로는 검은머리물떼새, 넓적부리도요, 노랑부리백로, 알락꼬리마도요, 저어새 등이 있으나, 무인항공기를 바닷새와 충돌의 위험이 있기 때문에 이를 이용한 관측은 사실상 불가능하다.

<바닷새의 해양보호생물 지정 현황>

| 구분 | 국명(보통명) | 학명 | 비고 |
|----|---------|------------------------------------|---|
| 1 | 검은머리물떼새 | <i>Haematopus ostralegus</i> | 멸종위기 야생생물 II급 천연기념물 제326호 IUCN 위기근접종 |
| 2 | 넓적부리도요 | <i>Eurynorhynchus pygmeus</i> | 멸종위기 야생생물 I급 IUCN심각한위기종 |
| 3 | 노랑부리백로 | <i>Egretta eulophotes</i> | 멸종위기 야생생물 I급 천연기념물 제361호 IUCN 취약종 |
| 4 | 바다쇠오리 | <i>Synthliboramphus antiquus</i> | IUCN 관심필요종 |
| 5 | 바다오리 | <i>Uria aalge</i> | IUCN 관심필요종 |
| 6 | 바다제비 | <i>Oceanodroma monorhis</i> | IUCN 위기근접종 |
| 7 | 빨쇠오리 | <i>Synthliboramphus wumizusume</i> | 멸종위기 야생생물 II급 IUCN 취약종 |
| 8 | 쇠가마우지 | <i>Phalacrocorax pelagicus</i> | IUCN 관심필요종 |
| 9 | 습새 | <i>Calonectris leucomelas</i> | IUCN 위기근접종 |
| 10 | 아비 | <i>Gavia stellata</i> | IUCN 관심필요종 |
| 11 | 알락꼬리마도요 | <i>Numenius madagascariensis</i> | 멸종위기 야생생물 II급 IUCN 멸종위기종 |
| 12 | 저어새 | <i>Platalea minor</i> | 멸종위기 야생생물 I급 천연기념물 제205-1호 IUCN 멸종위기종 |
| 13 | 청다리도요사촌 | <i>Tringa guttifer</i> | 멸종위기 야생생물 I급 CITES I IUCN 멸종위기종 |
| 14 | 흰수염바다오리 | <i>Cerorhinca monocerata</i> | IUCN 관심필요종 |

3. 해양보호생물 종별 보전관리대책 수립 분야에 대한 기술 적용성 및 활용성

해양수산부는 해양생태계법에 의거하여 80종의 해양보호생물을 지정하여 관리하고 있으나, 부처별로 보호종 관리체계가 달라 중복 지정되어 있는 경우가 있고 관리 효율성이 저하될 우려가 있다. 환경부는 멸종위기 야생생물로 지정하여 관리하고, 문화재청은 천연기념물로 지정하여 관리한다. 예를 들면 저어새나 노랑부리백로는 3개의 정부부처가 모두 보호종으로 지정하여 관리하고 있는 실정이다.

제2차 해양생태계 기본계획에서는 보호종별 보전관리대책을 수립하여 부처간 중복 지정으로 인해 관리 사각지대에 놓일 수 있는 경우를 극복하고자 했다. 2023년까지 5종, 2028년까지 10종의 종별 복원계획을 수립할 계획을 제시하고 있어 이를 지원할 수 있는 기술개발이 필요하다.

종별 보전관리대책을 수립하기 위해서는 보호생물 지정 및 해제 기준을 정비하고, 보호생물을 등급화하며, 종별 특성을 반영할 수 있는 과학적인 자료가 축적되어 있어야 한다. 무인항공기 영상을 인공지능으로 분석하는 기술은 이러한 종별 보전관리대책을 수립하고자 하는 후보 생물종에 대한 분포현황, 개체군 규모, 생태특성, 위협요인 실태 등을 파악할 수 있는 기반을 제공할 수 있어야 한다.

자문 원고 #3

작성자: 안양대학교 교수 류종성

작성일시: 2019년 10월 7일

제목: 유해·교란해양생물 제거사업 설계 및 분류군별 관리방안 수립의 개발기술 적용성 및 활용성 분석

1. 자문보고서 작성 의도

3차 자문보고서에서는 유해해양생물 및 해양생태계 교란생물의 관리를 위해서 어떤 무인항공기/AI 기반 기술을 개발해야 하는지를 살펴보고자 한다. 이를 위해 먼저 유해해양생물과 해양생태계 교란생물의 제거사업과 분류군별 관리방안에 대한 내용을 살펴보고 개발이 필요한 기술의 내용을 제시하겠다.

2. 유해·교란해양생물 제거사업 설계에 대한 기술 적용성 및 활용성

우리나라는 해양생태계법에 의거하여 사람의 생명이나 재산에 피해를 주는 해양생물을 유해해양생물, 외국으로부터 인위적 또는 자연적으로 유입되어 해양생태계의 균형에 교란을 가져오거나 우려가 있는 해양생물을 해양생태계교란생물로 지정하여 리하고 있다. 유해해양생물은 식물플랑크톤 5종, 자포동물 5종, 극피동물 2종, 태형동물 3종, 식물 2종 등 총 17종이 지정되어 있다. 해양생태계교란생물은 척삭동물인 유령멍게 1종이 지정되어 있다.

유해해양생물 17종 중에서 식물플랑크톤은 적조를 유발하는 디노피시스, 슈도니치아, 알렉산드리움, 차토넬라 4속과 코클로디니움 1종이 지정되어 있다. 적조생물의 공간분포는 무인항공기를 이용한 관측이 가능하나 현재 기술 수준으로는 무인항공기의 1회 운용시간이 10-20분, 관측범위가 수 km에 불과하기 때문에 적조 발생을 관측하는데에는 많은 한계가 따른다. 관측시간과 관측범위를 향상시킬 수 있는 방법을 모색하여 무인항공기를 활용한 적조 관측기술을 개발할 필요가 있다.

자포동물은 모두 해파리류로 5종이 지정되어 있다. 극피동물은 별불가사리, 아무르불가사리 등 2종이 지정되어 있으며, 태형동물은 이끼벌레류 3종이 해당된다. 이 생물종들은 무인항공기를 이용한 관측 대상에 적합하지는 않다. 식물이면서 유

해해양생물로 지정된 갯끈풀 2종은 갯벌 상부조건대에 한정되어 나타나기 때문에 무인항공기를 이용한 관측기술 개발에 반드시 포함되어야 한다. 이 경우 갯끈풀과 다른 염생식물(칠면초, 갈대 등)을 구분할 수 있는 기술도 필요하다. 현재 우리나라에는 *Spartina alterniflora* (갯줄풀) 1종 만이 강화 남단갯벌에 95% 이상 서식하고 있는 것으로 알려져 있다. *Spartina anglica*는 지정 당시에는 서식하고 있는 것으로 파악하였으나 분자생물학적 분류를 연구한 결과 우리나라에는 아직 침입하지 않은 것으로 판단된다.

<유해해양생물 지정 현황>

| 구분 | 종수 | 국명 | 학명 |
|--------|----|----------|-----------------------------------|
| 식물플랑크톤 | 5 | 디노피시스 | <i>Dinophysis</i> spp. |
| | | 슈도니치아 | <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. |
| | | 알렉산드리움 | <i>Alexandrium</i> spp. |
| | | 차토넬라 | <i>Chattonella</i> spp. |
| | | 코클로디니움 | <i>Cochlodinium polykrikoides</i> |
| 자포동물 | 5 | 노무라입깃해파리 | <i>Nemopilema nomurai</i> |
| | | 보름달울해파리 | <i>Aurelia aurita</i> |
| | | 작은부레관해파리 | <i>Physalia physalis</i> |
| | | 작은상자해파리 | <i>Carybdea brevipedalia</i> |
| | | 커튼원양해파리 | <i>Chrysaora pacifica</i> |
| 극피동물 | 2 | 별불가사리 | <i>Asterina pectinifera</i> |
| | | 아무르불가사리 | <i>Asterias amurensis</i> |
| 태형동물 | 3 | 관악이끼벌레 | <i>Membranipora tuberculata</i> |
| | | 세방가시이끼벌레 | <i>Tricellaria occidentalis</i> |
| | | 자주빛이끼벌레 | <i>Watersipora subovoidea</i> |
| 식물 | 2 | 갯줄풀 | <i>Spartina alterniflora</i> |
| | | 영국갯끈풀 | <i>Spartina anglica</i> |

해양생태계교란생물에는 유령멍게 1종이 지정되어 있으나 이 생물은 크기가 작고 물 밑에 서식하기 때문에 무인항공기로 관측하기에는 적합하지 않다.

<유해해양생물 지정 현황>

| 분류군 | 국명 | 학명 |
|------|------|----------------------|
| 척삭동물 | 유령멍게 | <i>Ciona robusta</i> |

유해·교란해양생물로 지정되어 있지는 않으나 매우 높은 밀도로 서식하는 쪽은 바지락 서식환경을 저해하는 해적생물로 잘 알려져 있어 이러한 경우에는 유해해양생물로 간주하여 관측 대상에 포함할 수 있겠다. 쪽은 동전모양의 구멍을 만들어 밑집 서식하기 때문에 드론영상의 인공지능 분석을 통해 서식범위를 파악하는 것이 상대적으로 용이하다. 쪽은 바지락 서식에 심각한 피해를 주기 때문에 관리대책을 마련하는 것이 시급하며, 이를 위해 인공지능 기반 영상분석을 통해 서식분포를 우선적으로 파악하는 기술이 시급하다.

유해교란생물의 제거사업을 설계하고 분류군별 관리대책을 세우기 위해서는 해당종의 서식실태를 파악하는 것이 중요하다. 현재 해파리와 갯끈풀에 대한 관리대책이 마련된 바 있으며, 이를 교란생물 전체로 확대할 필요가 있다. 이는 2차보고서에서 서술했던 해양보호생물의 관리를 위한 기술개발과 유사한 기획의도를 가지며 대상생물만 유해교란생물로 선택하면 된다.

3. 해양보호생물 종별 보전관리대책 수립 분야에 대한 기술 적용성 및 활용성

해양수산부는 해양생태계법에 의거하여 80종의 해양보호생물을 지정하여 관리하고 있으나, 부처별로 보호종 관리체계가 달라 중복 지정되어 있는 경우가 있고 관리 효율성이 저하될 우려가 있다. 환경부는 멸종위기 야생생물로 지정하여 관리하고, 문화재청은 천연기념물로 지정하여 관리한다. 예를 들면 저어새나 노랑부리

백로는 3개의 정부부처가 모두 보호종으로 지정하여 관리하고 있는 실정이다.

제2차 해양생태계 기본계획에서는 유해·교란해양생물의 관리 체계 개선을 위한 법령을 정비하고 보호종별 보전관리대책을 수립하여 부처간 중복 지정으로 인해 관리 사각지대에 놓일 수 있는 경우를 극복하고자 했다. 특히, 2023년까지 5종, 2028년까지 10종의 종별 관리방안을 마련하는 계획을 제시하고 있어 이를 지원할 수 있는 기술개발이 필요하다.

종별 보전관리대책을 수립하기 위해서는 보호생물 지정 및 해제 기준을 정비하고, 보호생물을 등급화하며, 종별 특성을 반영할 수 있는 과학적인 자료가 축적되어 있어야 한다. 무인항공기/AI 기반 기술은 이러한 종별 보전관리대책을 수립하고자 하는 후보 생물종에 대한 분포현황, 개체군 규모, 생태특성, 위협요인 실태 등을 파악할 수 있는 기반을 제공할 수 있어야 한다.

유해·교란해양생물의 대부분이 유해해양생물로 지정되어 있는 것은 지정기준이 주관적이거나 모호하기 때문이다. 기존 유해해양생물 중 사람의 생명이나 재산에 피해를 주지 않는 종을 해양생태계교란생물로 변경하여 지정할 수 있도록 해양생태계법을 개정할 수 있는 과학적 근거가 필요하며, 이를 위해 생물의 서식실태에 대한 자료가 보완되어야 한다.

유해교란해양생물로 인해 발생하는 피해를 최소화 하기 위해 제2차 기본계획에서는 앞으로 10년 동안 약 280억원을 투입하게 된다. 관리사업의 효과와 효율을 높이기 위해서 서식실태 파악을 위한 기반기술에 대한 수요는 매우 높다.

자문 원고 #4

작성자: 안양대학교 교수 류종성

작성일시: 2019년 10월 21일

제목: 해양생태계서비스 평가에 대한 개발기술 적용성 및 활용성 분석

1. 자문보고서 작성 의도

제2차 해양생태계 기본계획에서는 해양생태계서비스 분야를 새로 도입하여 5대 전략으로 채택하였다. 이는 국민소득 3만불 시대에 접어들면서 삶의 질을 중시하는 라이프스타일이 확산되어 해양생태계를 현명하게 이용해야 한다는 당위성이 증가했기 때문이다. 특히, 체험학습관광 시장의 형성으로 갯벌탐사, 탐조관광 등이 지속적으로 성장하여 순천만 국가정원에는 연 300만명이 방문하며, 해양보호구역 방문자는 연 272만명을 넘어서고 있다. 이러한 체험 욕구는 증가했으나 기후변화 및 인간 활동에 따른 해양생태계서비스 가치가 훼손되어 자연 혜택을 누릴 수 있는 기회가 박탈될 위기에 처해있다. 고수온으로 인한 양식업 피해 및 냉수종 소멸, 매립으로 인한 갯벌의 정화기능 상실 등이 이를 반증한다. 또한 선진국에서는 해양생태계가 제공하는 서비스 가치를 보존하기 위해 생태계기반관리(ecosystem-based management)와 해양공간계획(marine spatial planning)을 도입하여 해양생태계 관리를 수행하고 있다.

우리나라도 2018년에 해양공간계획법이 제정되어 2019년 4월부터 시행되고 있다. 해양공간계획은 선계획 후이용의 새로운 해양공간 관리 패러다임이 기반하는 관리방식으로 향후 해양공간에 대한 체계적이고 합리적인 조정이 가능해 질 것으로 예상되고 있다. 해양생태계가 제공하는 가치가 극대화되고 갈등이 최소화 되는 방향으로 해양공간계획을 실행하기 위해서는 이를 위한 해양생태계 정보가 뒷받침 되어야 한다. 이것이 해양생태계서비스 평가를 위한 무인항공기 관측 기반기술이 필요한 이유이다. 본 4차 자문보고서에서는 해양생태계서비스 평가를 위해 인공지능과 무인항공기에 기반한 관측기술의 필요성을 제시하였고, 이를 위해 어떤 기술이 개발되어야 하는지를 살펴보았다.

2. 해양생태계서비스 평가에 대한 기술 적용성 및 활용성

해양공간계획이 도입되고 실행되면서 해양공간관리계획을 수립해야 하고, 해양공간특성평가, 해양공간적합성협의 등의 업무를 수행해야 하기 때문에 필요한 해양생태계 정보의 수준이 과거와는 비교할 수 없을 만큼 높아졌다. 이를 위해 해양수산부에서는 기관별로 산재된 해양수산정보를 연계하여 통합관리하고, 해양공간계획 수립을 지원할 수 있는 공간정보 활용서비스를 구축하고 있다. 향후에는 해양수산빅데이터 기반 공동활용 플랫폼을 구축하게 될 것이다. 해양공간계획을 성공적으로 도입하고 실행력을 강화하기 위한 일련의 사업들은 수년 전부터 해양수산부에서 추진해오고 있다.

바다가 주는 생태적 혜택을 지속적으로 이용하기 위해서는 해양생태계서비스를 확대할 수 있는 기틀이 마련되어야 한다. 이를 위해 해양생태계서비스 평가 기반이 마련되고 주기적인 평가가 수행될 예정이다. 해양생태계서비스 평가 항목과 지표를 표준화하고 평가지침을 개발하며 이를 이용하여 주기적으로 평가한 결과를 국민에게 공개하고 나아가 해양공간적합성협의와 해역이용협의 등에 반영될 것이다.

해양생태계서비스를 확충하기 위해서는 해양생태자원을 발굴하고 보전하며 현명하게 이용해야 한다. 가장 연구가 미흡한 분야는 해양경관자원이다. 이를 위해 해양경관 개념을 정립하고 관리로드맵을 포함한 관리방안이 마련될 예정이다. 경관자원을 이용한 생태관광 콘텐츠 개발, 우수 해양생태관광 프로그램 정부 인증 등이 추진될 것이며, 이를 위해 무인항공기를 이용한 우수한 해양경관 빅데이터가 필요하다.

해양생태계서비스의 근간을 이루는 항목은 생태계 기능과 관련된 것들이 많다. 일차생산, 먹이사슬, 오염정화, 기후변화 저감 등은 모두 생태계의 기능에서 파생되는 이점들이다. 무인항공기를 활용한 기술개발은 연구대상 항목을 전국 지도에 표시해야 한다는 최종 결과물을 염두에 두고 추진되어야 한다.

염생식물과 잘피는 조절서비스가 매우 우수한 서식지로 이에 대한 종별 분포도

가 작성되어야 하고, 특정 서식밀도에서 제공되는 조절서비스의 양을 정량화, 표준화하는 작업이 진행되어야 한다.

갯벌에서 생물이 만들어 내는 구멍은 오염물질 정화, 블루카본 등을 결정하는데 매우 중요한 항목들로 간주되고 있다. 특히 갯벌 구멍을 통해 공기와 접촉하는 면적이 증가하게 되면 갯벌의 정화능력이 기하급수적으로 늘어날 수 있다.

해양생태계 기반 분야에서 시민과학자 참여, 전문업종 신설, 해양생태도 개선 등의 사업이 필요하며 이러한 사업의 원활한 추진을 위해서는 무인항공기를 활용할 수 있는 기술개발이 시급히 추진되어야 할 것이다.

<해양생태계 시민모니터링 사업 추진 현황>

| 수행처 | 대상지역(수행시기) | 모니터링항목 | 주기 |
|---------------|----------------------------|-----------------------------------|--------|
| 목포지방 해양수산청 | 무안, 진도, 증도 갯벌 (‘16~’18) | 바닷새, 대형저서동물, 열생식물, 갯벌문화 | 계절별/월별 |
| 여수지방 해양수산청 | 순천만, 보성 벌교 갯벌 (‘16~’18) | 바닷새, 대형저서동물, 열생식물 | 계절별 |
| 군산지방 해양수산청 | 고창, 부안 줄포만 갯벌 (‘16) | 바닷새, 대형저서동물, 열생식물 | 월별 |
| 인천지방 해양수산청 | 장봉도, 대이작도 (‘15) | 바닷새, 대형저서동물, 잘피류 | 계절별/월별 |
| 대산지방 해양수산청 | 태안 신두리사구, 서천갯벌 (‘15) | 바닷새, 대형저서동물, 열생식물, 퇴적환경, 해안쓰레기 | 계절별/월별 |

무인항공기/AI를 이용한
갯벌 생물 공간정보 구축
기술 개발 및 활용을 위
한 연구 기획

A planning research for technical development on the spatial data construction of intertidal organisms and its application based on the unmanned aerial vehicle(UAV) and artificial intelligence(AI)



- 주 의 -

1. 이 보고서는 한국해양과학기술원에서 수행한 주요사업의 연구결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 한국해양과학기술원에서 수행한 주요사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안됩니다.