

해양수산분야 드론활용 확대방안 연구

A Study on Establishment of Roadmap
Using the Drone of Ocean & Fisheries

2017. 3.

최상희·이언경·전형모·강무홍



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

보고서 집필 내역

<연구책임자>

최 상 희 : 연구총괄, 제1장, 제2장 1절, 제2장 2절 1,
제4장 3절, 제5장 2절, 제6장 1절

<연구진>

이 언 경 : 제3장 2절, 제4장 2절, 3절, 제5장 1절,
제7장 2절, 제6장 2절 2

전 형 모 : 제3장 1절, 2절, 제4장 1절, 2절, 3절,
제5장 1절, 제6장 2절 1

강 무 홍 : 제2장 2절 2, 3, 제3장 2절, 제4장 2절, 3절,
제5장 1절, 제6장 2절 3

산·학·연·정 연구자문위원

이 제 신 (해양정보기술 팀장)

진 정 희 (엑스드론 대표)

강 범 수 (부산대학교 교수)

최 형 식 (한국해양대학교 교수)

황 재 동 (국립수산과학원 박사)

전 재 형 (해양수산부 주무관)

* 순서는 산·학·연·정 순임

연구감리자

김 형 태 (한국해양수산개발원 선임연구위원)

발간사

IT를 기반으로 하는 디지털 혁명이 점차 확산되고 있다. IoT, AI, 빅데이터 등 정보기술을 중심으로 로봇, 자율주행차, 3D프린터 등 미래 첨단 제품들이 쏟아져 나오고 있다. 이와 같이 다양한 미래의 첨단기술들 속에서 우리 실생활에 가장 빨리, 그리고 광범위하게 확산되고 있는 제품은 드론이라 할 수 있다.

드론은 초기 군사용을 목적으로 개발·운용되었으나 점차 취미 및 레저용으로 개발, 이용되면서 확산되기 시작했다. 따라서 드론의 사용범위 또한 군사용, 취미·레저용을 넘어 건설, 교통, 보안 및 안전, 보건 및 의료, 환경, 물류 등 다양한 방면에서 속속 운용되고 있다.

드론의 원천기술은 기계, 전기, 전자 및 통신을 기반으로 하고 있다. 이를 기반으로 육상 측에서는 물류유통(아마존), 택배배송(DHL, 페덱스), 위험시설 점검, 감시 및 진압, 측량 등 다양한 곳에서 사용 중이다. 그러나 해양수산분야에서 드론 활용은 타 분야에 비해 다소 늦은 감이 있다. 일부 해양순찰, 해양시설 및 영역 감시, 수산자원 모니터링, 적조감시 등 일부 제한적 용도로 사용 중에 있다. 일반적으로 드론은 조사, 감시, 검사 등의 목적에 그 활용도가 매우 크다. 해양수산분야는 특성상 해양이라는 광활한 지역을 기반으로 하고 있으나 드론의 체공시간, 이동거리, 탑재중량, 촬영수준 등 기술적 한계를 가지고 있어 드론활용 확산의 걸림돌로 작용하고 있다. 또한 드론의 원천기술 대부분이 무인비행체로 한계성을 가지고 있어 해상운송, 수상 및 수중, 육상화물운송 등으로 활용도를 넓히지 못하였다.

드론은 항만의 초대형 항만장비 검사와 같은 사람의 접근이 어려운 곳, 선박 내 가스 및 위험검사 등 안전에 대한 위험성을 내포한 업무, 항공측량이나 수중 선박청소와 같이 고가의 비용을 수반하는 작업, 반경 10km 이상의 해상 수색 등 해양수산분야에서 절대적으로 필요한 장비이다.

동 연구에서는 항만, 해운, 해양, 수산 등 4개 부문에서 효율적인 해양수산 산업 활동을 모색하고자 해상환경을 고려한 드론의 도입, 운영전략과 기술개발의 가능성을 타진해 보았다. 본 연구는 해양수산산업 활동을 수행함에 있어 기존 드론을 도입하거나 일부 개선을 통해 그 활용성을 높이는 사업들을 제시하고 있다. 또한 기존 드론의 형태와는 달리 해양수산에 특화된 드론을 개발하는 R&D 사업도 발굴함으로써 드론 활용의 확대를 통한 미래 해양수산산업의 발전을 도모하고자 한다.

끝으로 이 연구의 책임을 맡은 항만물류연구본부의 최상희 연구위원, 연구진으로 참여한 이연경 부연구위원, 전형모 전문연구원, 강무홍 전문연구원, 이남수 전문연구원의 노고를 치하하는 바이다. 본 연구의 기술적, 실용적 활용을 위해 전문적 자문을 담당해주신 국립수산물과학원 황재동 박사, 해양정보기술 이제신 팀장, 부산대학교 강범수 교수, 한국해양대학교 최형식 교수, 엑스드론 진정희 대표께 감사의 말씀을 드린다. 끝으로 이 보고서의 감리를 맡아 연구 목표달성을 위해 논리적 조언으로 완성도를 높여 주신 김형태 선임연구위원, 정책적 실행방향을 제시해 준 해양수산부 전재형 주무관과 더불어 드론활용 수요조사를 위해 아낌없는 조언을 해주신 세관, 해경, 부산항만공사, 국립수산물과학원, 부두운행사(BNCT), 선주협회, 드론개발기업 등 관계기관 여러분께 무한한 감사의 말씀을 전한다.

2017년 3월
한국해양수산개발원
원 장 양 창 호

목 차

연구성과 요약	i
Executive Summary	v
제1장 서 론	1
제1절 연구의 배경 및 필요성	1
제2절 연구의 목적	6
제3절 선행연구	7
1. 드론 관련 선행연구	7
2. AHP 관련 선행연구	10
제4절 연구의 범위와 방법	12
1. 연구의 범위	12
2. 연구의 방법	13
제2장 드론의 개념 및 개발·활용 동향	16
제1절 국내외 환경변화	16
1. 사회 환경의 변화	16
2. 해양수산 환경의 변화	18
제2절 드론의 개념 및 활용실태	21
1. 해양수산분야 드론의 정의와 활용범위	21
2. 드론 활용실태	27

제3절 드론 개발 및 관련 인프라 실태	44
1. 개요	44
2. 국내 드론 개발 현황	45
3. 국내 드론 개발 인프라	56

제3장 드론활용 확대를 위한 수요조사 66

제1절 개요	66
제2절 분야별 드론활용 수요조사	67
1. 드론활용 적용분야 조사(1차 조사)	67
2. 조사항목별 드론활용 가능성 검토	79
3. 적용분야별 드론 요구성능 조사	90

제4장 드론활용 확대를 위한 추진과제 99

제1절 개요	99
제2절 드론활용 적용분야 우선순위 선정	99
1. 선정기준 및 방법	99
2. 평가기준별 가중치 추정	103
3. 분야별 우선순위 선정	105
제3절 드론활용 추진과제	118
1. 개요	118
2. 분야별 추진과제	118

제5장 해양수산분야 드론활용 중장기 실행로드맵 127

제1절 과제별/시기별 활용 로드맵 수립	127
1. 해양·수산분야 드론활용 추진 로드맵	127
2. 해운·항만 분야 드론활용 추진 로드맵	129

제2절 드론활용 실용화 방안	131
1. 추진과제별 드론 운용주체 및 기능 구분	131
2. 사업추진 방향	139

제6장 결론 및 정책제언 153

제1절 요약 및 결론	153
1. 연구의 요약	153
2. 활용방안	156
3. 연구의 한계점	157
제2절 정책제언	158
1. 무인이동체 관련 법제도 현황 및 개선방향	158
2. 해양·수산에 특화된 중장기 드론 개발·운영 추진 조직 구성 ..	168
3. 드론 관련 산업 생태계 조성 시급	173

참 고 문 헌 177

부록 181

부록 1. 수요발굴위원회 명단	181
부록 2. 기술검토위원회 명단	182

표 목 차

〈표 1-1〉 해양수산분야 드론 활용가능분야	7
〈표 1-2〉 국내 상업용 드론 SWOT 분석	8
〈표 1-3〉 생명공학분야 미래유망기술 평가항목	11
〈표 1-4〉 연구단계 및 방법	13
〈표 2-1〉 미래(2020년) 사회변화 전망	17
〈표 2-2〉 2017년 10대 전략 기술(가트너)	18
〈표 2-3〉 해양수산 환경변화	19
〈표 2-4〉 해양수산(항만물류) 미래 12대 이슈와 전망	20
〈표 2-5〉 드론의 정의	22
〈표 2-6〉 항공기 VS 드론	23
〈표 2-7〉 무인이동체 구성 및 추진과제	24
〈표 2-8〉 무인이동체 구분 및 시장	24
〈표 2-9〉 해양수산분야 무인이동체 형태와 활용대상	26
〈표 2-10〉 우리나라 드론(무인이동체) 관련 기술수준	45
〈표 2-11〉 한국항공우주연구원 공중드론 기술 개발 현황	46
〈표 2-12〉 국내 기관별 공중드론 개발 현황	47
〈표 2-13〉 국내 기관별 육상드론 개발 현황	50
〈표 2-14〉 국내 기관별 자율운행자동차 개발 현황	51
〈표 2-15〉 국내 기관별 수중드론 개발 현황	53
〈표 2-16〉 국내 기관/기업별 공중드론 개발 현황	58
〈표 2-17〉 국내 기관/기업별 육상드론 개발 현황	59
〈표 2-18〉 국내 기관/기업별 수중 및 수상드론 개발 현황	60
〈표 2-19〉 국내 공중드론 성능 분석	61
〈표 2-20〉 국내 수중 및 수상드론 성능 분석	62
〈표 3-1〉 해양·수산분야 전문가 리스트(수요조사)	68

〈표 3-2〉 해양·수산분야 드론 활용분야 도출 방법	69
〈표 3-3〉 해양·수산분야 드론활용 적용분야 조사	71
〈표 3-4〉 해운·항만분야 수요조사 대상분야	74
〈표 3-5〉 해운·항만분야 드론활용 적용분야 조사	76
〈표 3-6〉 해운·항만분야 수요조사 대상분야	79
〈표 3-7〉 해양·수산분야 드론수요 및 기술적 한계 분석	80
〈표 3-8〉 해양·수산분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토	81
〈표 3-9〉 해운·항만분야 드론수요 및 기술적 한계 분석	84
〈표 3-10〉 해운·항만분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토	85
〈표 3-11〉 해양·수산분야 적용분야별 드론 요구성능 조사	91
〈표 3-12〉 해운·항만분야 적용분야별 드론 요구성능 조사	96
〈표 4-1〉 생명공학분야 미래유망기술 평가항목	100
〈표 4-2〉 미래형 벌크항만 기술 우선순위 평가요소	101
〈표 4-3〉 드론 적용분야 우선순위 평가항목	102
〈표 4-4〉 상대비교 점수별 의미	103
〈표 4-5〉 필요성 vs 시급성 비교표 예시	104
〈표 4-6〉 일관성 검토 결과	104
〈표 4-7〉 드론적용 평가항목 가중치 추정결과	105
〈표 4-8〉 절대평가 점수 및 의미	105
〈표 4-9〉 해양분야 우선순위 분석결과	108
〈표 4-10〉 수산분야 우선순위 분석결과	111
〈표 4-11〉 해운분야 우선순위 분석결과	114
〈표 4-12〉 항만분야 우선순위 분석결과	117
〈표 4-13〉 해양분야 드론 활용 대상 과제 발굴	121
〈표 4-14〉 수산분야 드론 활용 대상 과제 발굴	122
〈표 4-15〉 해운분야 드론 활용 대상 과제 발굴	125
〈표 4-16〉 항만분야 드론 활용 대상 과제 발굴	126
〈표 5-1〉 수요처에 따른 추진 대상과제(해양부문)	132
〈표 5-2〉 수요처에 따른 추진 대상과제(수산부문)	133
〈표 5-3〉 수요처에 따른 추진 대상과제(해운부문)	134
〈표 5-4〉 수요처에 따른 추진 대상과제(항만물류부문)	135

〈표 5-5〉 드론활용 기능에 따른 추진 대상과제(조사/정보제공)	137
〈표 5-6〉 드론활용 기능에 따른 추진 대상과제(검사/정보제공)	137
〈표 5-7〉 드론활용 기능에 따른 추진 대상과제(감시/경고/정보제공) ·	138
〈표 5-8〉 드론활용 기능에 따른 추진 대상과제(운송/관리/보조)	139
〈표 5-9〉 도입사업과 R&D 사업 기준	139
〈표 5-10〉 기존 드론을 활용한 도입사업(해양)	141
〈표 5-11〉 기존 드론을 활용한 도입사업(수산)	141
〈표 5-12〉 기존 드론을 활용한 도입사업(해운)	142
〈표 5-13〉 기존 드론을 활용한 도입사업(항만물류)	143
〈표 5-14〉 신규 드론 R&D사업(해양)	145
〈표 5-15〉 신규 드론 R&D사업(수산)	146
〈표 5-16〉 신규 드론 R&D사업(해운)	147
〈표 5-17〉 신규 드론 R&D사업(항만물류)	147
〈표 5-18〉 해양수산 부문별 드론 도입 우선순위(1,2위) 사업	149
〈표 5-19〉 정책사업 추진단계	150
〈표 5-20〉 해양수산 부문별 드론 R&D 우선순위(1,2위) 사업	151
〈표 5-21〉 단계별 R&D 추진	152
〈표 6-1〉 국내 상업용 드론 규정 변화	159
〈표 6-2〉 비행장치 조종사 및 조종자 구분	161
〈표 6-3〉 자율주행자동차 관련 법률	165
〈표 6-4〉 무인 이동체 관련 법제도 개선방향	167
〈표 6-5〉 해양·수산 특화 드론 개발·운영 위한 추진 조직 구성	172
〈표 6-6〉 드론 관련 중소기업 지원 방안(안)	176

그림 목 차

〈그림 1-1〉 무인이동체 산업시스템 요약	9
〈그림 1-2〉 연구의 범위	12
〈그림 1-3〉 연구흐름도	15
〈그림 2-1〉 디지털 신기술과 드론(무인이동체)의 분류	26
〈그림 2-2〉 아마존 Prime Air 동체 변화	27
〈그림 2-3〉 UPS 조수 드론	28
〈그림 2-4〉 Mercedes-Benz의 Vision VAN(좌)과 Robovan(우)	29
〈그림 2-5〉 PDS 방식과 FS 방식 비교	30
〈그림 2-6〉 결핵 샘플 배송 드론(뉴욕주립대 스토니브룩캠퍼스 연구팀) ..	31
〈그림 2-7〉 도미노피자의 DRU Drone(UAV)과 DRU(UGV)	32
〈그림 2-8〉 물류센터 내 재고확인 드론	32
〈그림 2-9〉 드론의 시설 점검 활용 사례	33
〈그림 2-10〉 North Dakota 경찰의 무기 탑재 드론	34
〈그림 2-11〉 건설현장 드론 활용 사례	35
〈그림 2-12〉 드론의 측량 및 경찰 수사 활용 사례	35
〈그림 2-13〉 말벌집 제거 드론	36
〈그림 2-14〉 DRI의 인공강우 드론	37
〈그림 2-15〉 국내 방제분야 드론 활용사례	37
〈그림 2-16〉 수중선박청소 드론 활용사례	38
〈그림 2-17〉 독일 RIMS의 선박검사 드론 활용사례	39
〈그림 2-18〉 해외 수중드론 개발현황	40
〈그림 2-19〉 국립수산물과학원 채수 드론 시연(2016. 11. 28)	41
〈그림 2-20〉 해저탐사 드론	42
〈그림 2-21〉 울릉도-독도 간 무인 수중글라이더	43
〈그림 2-22〉 센서기술의 인식범위 및 수상드론 적용 사례	44

〈그림 2-23〉 KIST의 ROBHAZ 육상로봇	49
〈그림 2-24〉 한국해양과학기술원의 수공양용드론	55
〈그림 2-25〉 카이스트 김진환 교수 연구팀의 수상 드론	55
〈그림 2-26〉 드론 국내 시장 규모 전망	56
〈그림 2-27〉 무인이동체 발전 5개년 계획 비전 및 목표	64
〈그림 2-28〉 무인이동체 정부 R&D 투자 현황(2012-2015)	65
〈그림 3-1〉 해양수산 드론활용 과제도출 과정	67
〈그림 3-2〉 해양·수산분야 위치 구분	68
〈그림 4-1〉 해양수산분야 드론 적용분야 평가항목	102
〈그림 4-2〉 AHP 일관성 개념	104
〈그림 4-3〉 해양부문 드론적용분야 우선순위	106
〈그림 4-4〉 해양쓰레기 모니터링 항목별 분석	107
〈그림 4-5〉 해빈 항목별 분석	107
〈그림 4-6〉 자연해안/인공해안 항목별 분석	107
〈그림 4-7〉 해안사구 항목별 분석	107
〈그림 4-8〉 수산부문 드론적용분야 우선순위	109
〈그림 4-9〉 국내 불법어업 모니터링 항목별 분석	110
〈그림 4-10〉 중국어선 불법어업 모니터링 항목별 분석	110
〈그림 4-11〉 육상양식장 배출수 모니터링 항목별 분석	110
〈그림 4-12〉 적조예찰(유해플랑크톤) 항목별 분석	110
〈그림 4-13〉 해운부문 드론적용분야 우선순위	112
〈그림 4-14〉 도서지역 긴급물품배송 항목별 분석	113
〈그림 4-15〉 조난자 확인 및 구조 항목별 분석	113
〈그림 4-16〉 발라스트 탱크 두께검사 항목별 분석	113
〈그림 4-17〉 도서사 지원 드론 항목별 분석	113
〈그림 4-18〉 항만부문 드론적용분야 우선순위	115
〈그림 4-19〉 항만장비 및 시설물 점검 및 관리 항목별 분석	116
〈그림 4-20〉 항만내 경비/보안/순찰 항목별 분석	116
〈그림 4-21〉 항만구역 드론 감시 항목별 분석	116
〈그림 4-22〉 어항 동남아선원 밀입국감시 항목별 분석	116
〈그림 4-23〉 추진과제 도출 기준	118

〈그림 4-24〉 연안 지형 측량 및 지도 제작 드론 개선사업 항목별 분석	119
〈그림 4-25〉 수중 광역통신 기반 오염원 배출·전이 모니터링 수중 드론 기술개발 항목별 분석	119
〈그림 4-26〉 불법조업 감시·제압 공중드론 기술개발 항목별 분석	120
〈그림 4-27〉 수산 예찰 수중 드론 기술 개발 항목별 분석	120
〈그림 4-28〉 해상조난자 감시 및 구난용 드론 도입사업 항목별 분석	123
〈그림 4-29〉 선박안전검사전용 드론 기술개발 항목별 분석	123
〈그림 4-30〉 항만수중구조물 검사드론 기술개발 항목별 분석	124
〈그림 4-31〉 항만보안용 경비드론 도입사업 항목별 분석	124
〈그림 5-1〉 해양분야 드론 활용 추진 로드맵	128
〈그림 5-2〉 수산분야 드론 활용 추진 로드맵	128
〈그림 5-3〉 해운분야 드론 활용 추진 로드맵	130
〈그림 5-4〉 항만분야 드론 활용 추진 로드맵	131
〈그림 6-1〉 드론비행절차	160
〈그림 6-2〉 드론 전문교육기관 현황	170
〈그림 6-3〉 해양수산분야 드론 인력 육성 절차	171
〈그림 6-4〉 자동차융합 얼라이언스 추진체계(안)	174
〈그림 6-5〉 드론융합 생태계(안)	175

연구성과 요약

해양수산분야 드론활용 확대방안 연구

1. 연구의 목적

- 해양수산분야에서 드론활용 확대를 위한 도입사업과 연구개발과제 도출, 추진전략 수립을 목적으로 함
- 드론 수요조사기획위원회의 구성을 통한 드론활용가능·확대가능분야, 문제점과 요구사항을 조사. 이를 기반으로 드론활용성 확대를 위한 도입사업 및 R&D 사업 등을 발굴, 발굴된 사업을 기반으로 단기, 중기, 장기적 추진로드맵과 실용화 전략을 제시

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구방법

〈표〉 본 연구 방법의 특징

특징	주요 내용	자료수집	방법론 선택 이유
기초분석	- 국내외 드론활용 및 개발 실태 조사 - 국내 드론 개발 수준 및 인프라 실태 조사	- 관련 문헌조사 - 국내외 사례조사 - 전문가 인터뷰	- 종합적인 국내외 드론 개발, 활용실태가 없었음 - 특히 해양수산분야에서 드론 활용과 개발에 대한 종합적 정리가 미비 - 동 실태 및 인프라 수준을 기반으로 국내 드론의 도입, 개발 가능성을 타진
수요조사위원회 구성 및 운영	- 수요발굴위원회 구성 (4개 분야: 해양, 수산, 해운, 항만물류) 및 운영 - 드론활용이 가능한 업무영역 발굴 - 드론활용을 위한 기술적 요구사항 도출 - 드론활용 분야 사업 발굴	- 전문가 대상 집단면접 조사 - 총 3차에 걸친 수요자 및 기술전문가 인터뷰	- 해양, 수산, 해운, 항만물류 종사자 및 전문가를 대상으로 업무현황, 문제점, 요구사항 파악 - 드론활용을 통한 문제점, 요구사항 해결 가능 여부 판단

〈표〉 본 연구 방법의 특징(계속)

특징	주요 내용	자료수집	방법론 선택 이유
우선추진 과제 선정	- 기존 드론의 도입/개선을 통한 우선추진 정책사업 선정 - 새로운 해양수산에 특화된 드론 R&D사업 발굴	- 전문가 AHP 분석	- 제한된 예산 내에서 경제성, 공공성, 운영성 등 객관적 가치를 반영한 드론의 우선추진 과제 도출

2) 연구의 특징

- 본 연구는 4차산업혁명 시대에 해양수산업 활동의 효율성 강화를 위해 해양, 수산, 해운, 항만 등 다양한 업무영역에서 드론활용성 확대를 위한 정책사업과 R&D사업을 발굴, 제시
 - 해양, 수산, 해운, 항만 등 다양한 업무영역에서 드론의 활용요구에 대한 조사, 분석을 수행함
 - 해양수산분야에서 드론의 수요에 부합하도록 기 개발된 범용드론을 도입하여 정책사업으로 추진하는 과제, 해양수산에 특화된 신규드론 및 관련시스템 개발이 필요한 R&D 과제들을 발굴, 실질적인 실행방안을 제시

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- 우리나라 해운, 항만물류, 해양 및 수산의 변화전망 중 드론활용과 관련된 이슈들은
 - 해양수산 기능 확대, 기술기반 해양수산업 정책 강화, 해양수산 무인시스템 확산, 위기대응체계 강화, 기후변화 대응 친환경화, 정보수집 및 통합 강화, 능동형 보안체계, 산업 및 일자리 쉬프트, 표준화체계 강화 등으로 나타남
- 해양수산분야 드론활용 확대를 위해 대부분의 무인이동체를 해양수산분야 드론영역으로 포함
 - 해양, 수산, 해운, 항만물류 영역에서 운용 가능한 UAV, UGV, USV,

UUV 등 자율무인화된 모든 무인동체로 정의

- 해양수산분야에서는 수중선박청소 드론, 해양관측 및 예찰, 석유시추용 수중공중드론이 사용 중이며 우리 기술수준은 선진국의 약 80% 수준임
 - 한국항공우주연구원(공중드론), 다수 민간기업(공중드론), 한국과학기술연구원(소형지상로봇), 한국해양과학기술원, 선박해양플랜트연구소, 한국로봇융합연구원, 서울대학교 및 한국해양대학교, 민간기업 등(수중드론) 이 연구, 개발 중
- 해양수산분야 드론활용 수요조사 결과 해양과 수산분야에서는 38개, 해운 및 항만물류분야에서는 42개의 활용가능 항목들이 도출
 - 활용분야는 주로 해양 및 수중 조사, 해양 및 수산영역 감시, 초대형 구조물 검사, 중량화물운송 등에 집중
- 드론활용성 확대를 위해 기존 범용성 드론을 도입, 개선을 통한 정책사업과 향후 기술개발이 필요한 과제는 R&D사업으로 분류
 - 해양부문(정책 5개, R&D 5개), 수산분야(정책 3개, R&D 3개), 해운분야(정책 4개, R&D 3개), 항만물류분야(정책 8개, R&D 1개) 등으로 도출
- 드론 활용 확대를 위해 수중 및 수상에서 운용되는 드론의 R&D(기술개발) 요구가 높고, 항만물류에서는 주로 기존 범용성 드론을 그대로 도입하거나 일부 개선함으로써 업무현장에 즉시 확대될 가능성이 높은 것으로 나타남

2) 정책적 기여

- 해양, 수산, 해운 및 항만물류 부문에서 드론을 도입하거나 R&D를 추진하기 위한 부처 및 각 과별 드론 활용정책 수립에 기여
- 기 개발된 타 분야의 드론과 융합하거나 세관, 해경 등 해상을 매개로 하는 타 분야와의 협조방안 구축

3) 기대효과

- 수상 및 수중 드론 등 해양수산만의 특화된 드론 기술개발을 통해 드론신산업 창출 기반 마련
- 향후 해양, 수산, 해운, 항만 분야의 드론 활용이 본격화될 경우 통합드론센터 구축, 드론 운용인력 육성 등 일자리 창출에 기여
- 동 연구를 통해 드론의 본격적 도입, 개발, 활용 시 제기될 수 있는 법, 제도적 문제점을 사전에 검토, 향후 사업추진에 활용

Executive Summary

A Study on Establishment of Roadmap Using the Drone of Ocean & Fisheries

1. Purpose

- The study aims to introduce projects for the expansion of drone usage in the maritime and fisheries sector and to establish implementation strategies as well as R&D tasks.
- It suggests establishing the Drone Demand Survey Committee for investigating drone utilization, their possible expansion areas, problems and requirements. Based on the results, the study explores introductory projects and R&D tasks for expansion of drone usage. These projects are the foundation in presenting short-, medium-, and long-term roadmaps and drone commercialization strategies.

2. Methodologies and Features

1) Methodologies

Features	Major contents	Data collection	Reason for selection
Basic analysis	- Survey on domestic/ international drone usage and development status - Survey on domestic drone development level and infrastructure	- Literature review - Case studies - Expert interview	- No cases of comprehensive domestic and international drone development and utilization - No comprehensive summaries of drone utilization and development in the maritime and fisheries sector - Based on the current situation and infrastructure level, possible introduction and development of domestic drones are checked.

Features	Major contents	Data collection	Reason for selection
Composition/operation of Demand Survey Committee	- To compose the Demand Survey Committee (4 areas: marine, fisheries, shipping and port/logistics) - To find areas where drones can be used - To derive technical requirements for drone usage - To explore businesses which can utilize drones	- Expert group interview - Interviews with consumers and technical experts over three times	- To identify business status, problems and requirements of experts and those in the marine, fisheries, shipping and port/logistics industry - To determine whether problems and requirements can be solved by drones
Selection of priority tasks	- To determine priority policy projects through introduction/improvement of existing drones - To explore drone R&D projects specialized in new maritime and fisheries industry	- Expert AHP analysis	- To deduce priority tasks for drones which reflect objective values, such as economic validity, public character and operability within limited budget range

2) Features

- This study suggests policy projects and R&D projects for expanded utilization of drones in various sectors such as marine, fisheries, shipping and port industry. This is necessary to enhance effectiveness of the industrial activities under the 4th Industrial Revolution.
- It examines and analyzes demand for drone utilization in the aforementioned sectors.
- It suggests introducing the existing general purpose drones and implement them as policy projects to meet the demand in the maritime and fisheries sector. In addition, the study identifies R&D tasks which require new types of drones and relevant systems specialized in the sector and presents practical implementation measures.

3. Results

1) Summary

- Among prospective changes in the Korean shipping, port/logistics, marine and fisheries sector, issues involving drone utilization are as follows;

- Enhancement of maritime and fisheries function, strengthening of technology based marine fisheries policy, spread of marine fisheries unmanned system, improvement of crisis response system, environment friendly response to climate change, enhancement of information collection and integration, active security system, industry and job shift and reinforcement of standardization system
- In order to expand drone utilization, most unmanned mobile bodies need to be included in the maritime and fisheries drones.
- UAV, UGV, USV, UUV and other autonomous unmanned mobiles can be utilized in the marine, fisheries, shipping and port/logistics sector.
- In the maritime and fisheries sector, drones are being used for underwater ship cleaning, ocean observation and monitoring, oil drilling and aerial tasks. Korea's technology level is about 80% of advanced countries.
- R&D has been carried out at the following institutes such as Korea Aerospace Research Institute (KARI; aerial drones), private companies (aerial drones), Korea Institute of Science and Technology (KIST; small unmanned ground vehicle), Korea Institute of Ocean Science and Technology (KIOST), Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering (KRISO), Korea Institute of Robot and Convergence (KIRO), Seoul National University, Korea Maritime and Ocean University and private companies (underwater drones).
- For better maritime and leisure education programs, it is necessary to develop Industry-University-Institute education models, to prepare refresher courses for professionals, to establish training institutes and programs and to benchmark education programs through international cooperation.
- A drone utilization demand survey shows that drones can be used for 38 items in the marine and fisheries and 42 items in the shipping, port and logistics sector.
- Utilization areas are mostly for marine and underwater assessment, marine/fisheries surveillance, inspection for large scale structure and heavy cargo transportation.
- For their expanded utilization, the study divides drone usage into two types; firstly, introduction/improvement of existing multipurpose drones for policy tasks and secondly, R&D projects for further technological development.
- Marine sector (5 policy tasks, 5 R&D projects), fisheries (3 policy tasks and 3 R&D projects), shipping (4 policy tasks, 3 R&D projects) and port and logistics (8 policy tasks and 1 R&D project).

- There is a high R&D demand for underwater/waterborne drones for expanded drone utilization. Meanwhile, port and logistics sector is likely to introduce or improve the existing multipurpose drones to use them at workplace, implying high possibility of immediate drone use.

2) Policy Contribution

- The study helps ministries and relevant divisions to establish drone utilization policies or R&D projects in the marine, fisheries, shipping, port and logistics sector.
- It establishes cooperation measures between existing drones in diverse sectors or different fields which deal with water, such as customs office and coast guards.

3) Expected Benefits

- Development of drones specialized in maritime and fisheries sector, such as waterborne/underwater drones will build the foundation for new drone industry.
- When drones are utilized in earnest across marine, fisheries, shipping and port sector, a comprehensive drone center will be established, fostering relevant human resources and creating jobs.
- This study helps to review legal and institutional problems possibly generated from full scale introduction, development and utilization of drones. The results can be used for future project implementation.

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 필요성

21세기 들어서 IoT, 인공지능(AI : Artificial Intelligence) 기반의 드론, 로봇, 자율주행 등 미래 신기술 기반의 제4차 산업혁명이 일어나고 있다. 이 가운데 드론은 건설, 교통, 의료, 물류, 문화 등 다양한 분야에서 가장 활발한 연구개발과 실용화가 진행 중에 있다. 드론은 최초 미국의 정찰기를 대체하는 군사용으로 개발되어 상용화를 시작하였으나 이후 아마존, DHL 등 소형물류 운반기기로 테스트되면서 급속히 확산되고 있다.

이와 같이 드론 시장이 민간 활용영역으로 확대되면서 향후 이용률은 크게 증가할 것으로 기대되고 있으며 초소형 항공기 개발기술은 물론 ICT(Information & Communication Technology) 및 인공지능 기술의 발전으로 향후 더욱 확대될 전망이다.

현 드론 중 가장 빠르게 일반화되고 있는 무인항공기의 경우 전 세계 시장 규모는 2014년 기준 약 64억 USD¹⁾에서 2023년 약 115~125억 USD에 이를 것으로 예측되고 있다. 글로벌인포메이션은 무인항공기 시장규모가 매년 10%씩 증가하여 2023년에는 125억 USD로 예상하고 있으며, BI 인텔리전스는 117억 USD, 미국 Teal 그룹은 115억불로 예상하는 등 대부분의 전문가 그룹이 빠른 성장을 예상²⁾하고 있다. 이중 민간시장규모는 1/10 규모 정도로 예상되고 있으며 이 비중은 점차 확대될 것으로 보여진다. 아직 초기단계라 시장규모조차 명확히 파악되지 못하고 있는 상황에서 무인지상차, 무인수상선박, 무인수중잠수함 등의 드론까지 본격화되면 시장은 더욱 크게 확대될 것이다.

1) 이종섭, 「드론과 ICT융합산업 활성화 방안」, 한국드론협회, 2015.

2) 채송화, 홍승표, 「산업용 드론의 기회와 위험요소 분석」, 한국통신학회 2015 하계종합학술회의, 2015

세부적인 활용실태를 살펴보면 드론은 무인 자율기동이 가능하고 휴대성이 높은 초소형이며 가격 또한 일반 비행체에 비해 크게 저렴하다는 이점이 있어 방송, 통신, 물류, 농업 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 가장 손쉽게 접하는 드론의 활용분야는 방송 및 촬영용 드론으로 현재 방송국 등 기업은 물론 일반인들의 활용이 빠르게 늘어나고 있다. 영국 BBC, 미국 CNN 등은 시위현장 등 방송기자가 직접 접근하기 어려운 지역의 촬영을 위해 헬리콥터 대신 드론을 활용하고 있으며³⁾, 내셔널지오그래픽, 디스커버리 등의 자연 다큐멘터리 제작 기관도 공중 및 수중드론을 활용하여 인간이 접근하기 힘든 오지를 촬영하는데 사용한다. 일반인들 역시 유튜브 등 자신의 개인방송이나 기록을 위해 드론을 활용하고 있다.

물류 및 유통 서비스 분야 역시 단거리 급송택배 배송, 오지 등 접근하기 어려운 곳에 대한 배송에 시험적으로 드론을 도입하고 있다. 독일 DHL은 드론을 활용하여 도서지역에 의료품 등을 배송하는 시험서비스를 수행하고 있으며⁴⁾, UPS, 아마존⁵⁾ 등 역시 드론을 통한 배달서비스를 시작하였고, 국내 CJ대한통운 역시 무인배송서비스 도입을 위한 프로젝트를 진행 중이다.

이외에도 드론을 활용한 부분은 인터넷 및 통신, 전력설비 점검, 농업 및 환경관측 등의 분야 등 다양한 방면으로 적용범위를 넓혀가고 있다. 페이스북은 인구가 소규모이거나 넓은 영역에 인터넷 등 통신망 구축의 한계를 극복하기 위하여 드론을 통한 인터넷 통신망 구축 프로젝트를 진행 중에 있다. 일본은 1991년부터 무인헬리콥터를 활용하여 농약을 살포하고 있으며, 2014년에는 후쿠시마 주변 방사선지도 제작을 위해 드론을 활용하였으며, 화산입구로 돌입, 화산폭발장면을 세계 최초로 촬영하기도 하는 것⁶⁾으로 알려지고 있다.

3) 채송화, 홍승표, 「상업용 드론의 기회와 위험요소 분석」, 한국통신학회 2015 하계종합학술회의, 2015

4) Research project DHL Paketkopter: DHL의 Paketkopter라 불리는 드론을 이용하여 북해에 위치한 섬(Juist)으로 응급물품을 운송하는 프로젝트, 2013년 첫 번째 테스트가 Bonn에서 이루어졌으며 실행가능성을 확인하였고 유럽에서 처음으로 실생활에 활용될 예정이며 현재 Juist섬까지 약 12km를 PaketKopter를 이용하여 응급물품들을 정기적으로 운송 가능하도록 개발 중

5) Amazon은 Prime Air라는 무인기를 2013년에 출시, 미국의 Federal Aviation Administration(FAA)는 현재(2015년3월) Amazon의 무인기 테스트를 위한 부분적 허가만 승인함. 미국은 2015년까지는 상업용 무인기의 상용화는 법적으로 불가함

해외는 물론 국내 또한 KEPCO에서 전력시설 점검을 위해 광학 및 열화상 카메라를 장착한 드론을 사용 및 도입 중에 있다.

이와 같은 분야 이외에도 토지측량, 산불감시, 가스누출, 홍수⁷⁾ 등 사람이 쉽게 접근이 힘들고 빠른 접근성을 요구하는 분야에서의 활용이 증가하고 있다.

해양수산분야에서 드론의 활용은 비교적 제한적으로 이루어지고 있다. 해양 부문에서는 유럽과 미국에서 드론을 이용하여 수색, 구조, 모니터링, 해양순찰, 오염탐지 등 해양감시 임무를 위한 프로젝트를 수행 중⁸⁾에 있다. 영국의 석유 업체인 BP사는 알래스카 지역의 유전관리를 위해 드론을 활용하고 있고, Aerostar Tactical UAV사는 해양석유플랜트의 석유누출, 시설 도난 등을 감시하기 위해 드론을 활용⁹⁾하고 있다. 수산부문에서 미국 Liquid Robotics사는 UUV인 Wave Glider를 개발¹⁰⁾, 수중에서 어장관리 및 환경모니터링에 대한 자료수집의 역할도 수행 가능한 것으로 알려지고 있다. 해운항만물류부문에서는 2016년에 머스크가 드론을 이용하여 해상의 선박에 쿠키를 배달하는 시험을 수행¹¹⁾하였다. 또한 향후 선박에 비상 식료품이나 의약품 배송 등 소형화물 이송에 드론을 활용할 계획¹²⁾이며 선체 점검 등에도 활용할 계획인 것으로 알려지고 있다. 무인수상선박(Unmanned Surface Vehicle, USV)의 경우 EU의 지원을 통해 무선선박기술을 연구 중에 있으며¹³⁾, 롤스로이스 등도 완전무인 드론 화물선에

6) 김형태, 「드론의 해양수산 분야 활용방안」, KMI 현안분석, 2014

7) 2013년 9월 Colorado에 홍수로 인한 재난대응시 Falcon UAV가 지역의 피해정도를 평가하는 지도를 만드는데 사용되어 관계당국이 대응하는데 도움을 줬음

8) The European Space Agency (ESA)와 The European Maritime Safety Agency (EMSA)는 유럽의 새로운 무인기기반 해양감시 시스템 테스트를 위해 Tekever그룹의 무인기인 AR5 Life Ray Evolution을 선정. 이 시스템은 대서양과 북해 그리고 지중해를 거치는 광범위한 해상 위에서 운행될 예정이다. 미해군의 새로운 무인기 MQ-4C Triton UAV는 Palmdale, California에서부터 Naval Air Station Patuxent River, Maryland에 이르는 3,300 Miles 해안을 2014년 9월에 11시간에 걸쳐 무인경비운행을 수행하였으며, 향후 Triton은 정보감시 및 정찰(ISR) 임무를 수행할 예정이며 해안순찰, 탐지 및 구조 작업도 행할 것임

9) 김형태, 「드론의 해양수산 분야 활용방안」, KMI 현안분석, 2014

10) 김형태, 「드론의 해양수산 분야 활용방안」, KMI 현안분석, 2014

11) 2016년 1월 세계 최초로 드론을 이용하여 덴마크 Kalundborg항 인근 해상의 선박에 쿠키를 배달

12) <http://www.theverge.com/2016/3/8/11181756/maersk-drone-delivery-shipping-tanker-nautical>, 2016.3

13) 프로젝트 MUNIN은 European Commissions의 7th Framework Programme에서 지원을 받아 수행되는 협업연구 프로젝트임. 독일, 노르웨이, 스웨덴, 아이슬란드, 아일랜드의 연구소, 기업

대한 연구를 수행중이다. 현재 활발히 테스트 중인 스페이스X 계획의 발사체 회수용 착륙선박 역시 무인선박으로 알려져 있다. 현재까지 해운항만분야에서는 드론이 상용적으로 활용된 사례는 거의 없는 것으로 나타나 있다.

국내 해양수산분야에서는 타 분야에 비해 다소 도입이 늦은 측면이 있으나 현 드론의 기술수준에서 가장 적용이 빠른 분야는 수산분야이다. 국립수산물품질관리원(2016)¹⁴⁾에 따르면 적조, 해파리, 부유성 해조류 등의 유해생물 모니터링, 갯벌 염생식물 분포, 고래 생태연구, 양식장 분포 현황과 작황 상태 파악 등의 무인기 활용과 채수를 위해 공중드론을 활용하고 있다. 이외에도 측량업체와 항만건설업체를 중심으로 항만 건설 시 수반되는 준설토 투기장, 해안 갯벌선 측량¹⁵⁾과 항만건설공사 및 벌크부두의 장비제작설치 현황 감시 등에도 사용되고 있으나 매우 보조적인 수단으로 활용되고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 드론은 다양하게 여러 분야에서 사용을 시작하였거나 테스트 중에 있다. 그러나 해양수산분야에서는 다양한 수요층의 발굴, 드론의 활용범위, 기술개발 가능성과 적용성 등 여러 측면에서 고려해야 할 사항들이 많다. 따라서 해양수산분야의 드론 활용에서 다음과 같은 문제점들을 정리해 볼 수 있다.

첫째, 해양수산 업무영역에서는 육상과 달리 해양의 특수성으로 인해 수요자와 공급자가 제한적이다. 해양수산이 아닌 내륙분야는 감시, 조사, 촬영, 운반 등 범용적 드론이 사용가능하기 때문에 그만큼 시장의 규모도 크고 공급자와 수요자도 다양하다. 그에 비해 해양수산분야 영역은 해저, 해상, 항만이라는 특수한 영역으로서 내륙에서 사용되는 범용 드론보다는 해양환경에 적합한 잠수정, 무인선 등 특수한 분야의 드론이 필요한 상황이다. 더구나 국립수산물품질관리원, 국립해양조사원, 한국해양과학기술원 등은 해양, 해상, 해저의 조사, 감시 등 공공적 목적을 기반으로 하기 때문에 드론활용 기관이 공공기관에 한정될 수밖에

및 대학교가 참여. 2012년 9월부터 시작되어 36개월간 진행될 예정이며, 연구목표로 자동선박브릿지, 자동 엔진룸, 연안통제센터, 정보통신 아키텍처 등을 개발

¹⁴⁾ <http://www.nifs.go.kr/bbs?id=insmaterial&flag=pre&boardIdx=2535&site=&gubun=A>, 2017.01.27.

해양수산부, '해양수산분야 무인기 활용가치 높아'(보도자료), 2016.11.29

¹⁵⁾ 김형태, 「드론의 해양수산 분야 활용방안」, KMI 현안분석, 2014

없다.

둘째, 수요부족으로 해양수산에 특화된 드론을 선도적으로 개발하기가 매우 어려운 상황이다. 또한 해양수산의 영역적 한계가 존재하고 있어 활성화에 걸림돌이 되고 있다. 즉, 광범위하고 기후변화가 심한 해상의 특수한 환경 등 기존 드론의 기술적 한계로 타 분야에 비해 그 개발과 활용이 상대적으로 미흡한 점이 있다. 해상 및 해안에는 일상적으로 풍속이 높은 편인데 소형 드론은 바람에 영향을 크게 받기 때문에 정상적인 주행이 힘들며 배터리 소모도 커지게 된다. 일반 민간용 드론은 배터리를 사용하여 일반적으로 30분에서 1시간 정도의 기동이 가능하므로 해양 감시의 거리 및 시간의 제약이 크다. 더불어 운송 가능한 중량제약이 있어 해난구조 등에 활용하기에는 진보된 기술이 필요하며 해킹, 추락회수, 해상통신거리 등 기타 기술적·환경적 한계가 내재되어 있는 것이 걸림돌로 작용하고 있다.

셋째, 해양특성을 반영한 해상용 드론 활용 제도가 미비하다. 해양은 광범위한 지역, 인명구조, 불법어로 방지 등의 특성을 감안할 경우 기존 드론의 중량적 한계, 기존 해상 비행구역과의 충돌, 각종 비행허가로 인한 항공법, 드론 조종인력 자격, 중량에 따른 드론운용의 신고 면제 등 각종 규제가 걸림돌로 작용하고 있다. 그러나 현재 국내 상업용 드론의 규정들이 공공안전 및 안보위협이 아닐 경우 사업을 허가하는 네거티브 방식으로 전환이 이루어지고 있다는 것은 긍정적이다.

넷째, 해양수산의 드론 활용확대를 위한 선도적이고 적극적 정책추진이 다소 미흡하다. 우선, 해양수산분야의 드론사용 요구에 대한 체계적 수요조사가 없다. 드론의 활용범위와 니즈는 해양수산산업 전반의 문제점, 적용범위, 관련 기술의 수준 등에 따라 달라진다. 현재까지 일부 수산 및 측량 분야에서 드론이 활용되고 있으나 전방위적인 활용요구에 대한 조사가 종합, 정리되지 못하였다. 따라서 해양수산분야의 드론사용 확대를 위해 해운·항만물류, 항만건설, 해양, 수산 등 분야별 니즈파악과 분류가 필요하다. 이와 더불어 미래 해양수산분야의 드론을 사용함으로써 파급효과를 극대화하기 위한 종합적 사업 발굴이 부족했다. 즉, 어떤 드론활용 정책과 기술개발을 추진해야 하는지에 대한 사업

발굴이 미흡하였다. 더 나아가 원천기술의 개발, 응용기술의 개발 등 기술개발 수준과 필요성을 논할 기회가 없었다. 또한 현존하는 기술로서 즉시 정책사업으로 추진하여 효과를 볼 수 있는 부문이 무엇인지에 대한 규명도 부족했다.

이상에서 살펴본 바와 같이 해양수산분야에서 드론활용 확대를 추진하기 위해서는 현존하는 기술을 기반으로 즉시 사업으로 추진 가능한 정책, 해양수산 환경에 적합하게 개발해야 하는 기술의 명확한 구분이 필요하다. 이를 기반으로 정책사업과 R&D(Research & Development)사업에 대한 단기, 중기, 장기적 추진사업 로드맵을 수립하는 것이 시급하다. 또한 사업추진과제들에 대한 추진 전략을 제시함으로써 드론활성화를 통한 해양수산업무의 효율성 확보, 드론시장수요를 극대화하는 정책수립에 도움이 되고자 한다.

제2절 연구의 목적

본 연구의 목적은 해양수산분야에서 드론활용 확대를 위한 드론도입 사업과 연구개발과제 도출, 추진전략 수립을 목적으로 하고 있으며, 이를 통해 해양수산산업의 효율성 확보와 경쟁력을 강화하고, 4차 산업혁명에 대응하는 신사업 창출 기반을 마련하는데 있다.

이를 위해 첫째, 수요조사기획위원회의 구성을 통한 드론활용 가능확대가능 분야, 문제점과 요구사항을 조사, 종합한다. 둘째, 이를 기반으로 드론활용성 확대를 위한 도입사업 및 R&D 사업 등을 발굴한다. 셋째, 발굴된 사업을 기반으로 단기, 중기, 장기적 추진로드맵과 실용화 전략을 제시한다.

제3절 선행연구

1. 드론 관련 선행연구

최근 드론에 대한 관심이 고조되면서 드론활용과 관련된 연구들이 많이 추진되고 있다. 단순히 드론을 특정분야에 적용시켜 운영하는 기술적 연구뿐만 아니라 드론 활용방안 분석, 활용 기회 및 위험요소 분석, 활성화방안 제시 등과 같은 다양한 주제로도 연구가 추진되고 있다. 본 절에서는 이러한 드론 관련 선행연구에 대해 분석하였으며, 이를 통해 본 연구와의 차별성에 대해 분석하였다.

먼저 한국해양수산개발원의 김형태(2014)는 해양수산 분야의 드론 활용방안에 대해 연구하였다. 주요 연구내용으로 드론 개발 및 운용 추이 분석, 드론운용 현황, 해양수산 분야 드론의 활용 가능성 및 동향전망 등을 수행하였으며, 이를 위해 문헌조사, 현장조사, 전문가 인터뷰를 실시하였다. 본 연구에서는 항만, 해양, 수산 등 3가지 부문별로 드론의 활용가능분야를 제시하고 있으며, 이를 정리하면 다음의 <표 1-1>과 같다.

<표 1-1> 해양수산분야 드론 활용가능분야

구분		활용가능분야
항만	항만시설 건설	■ 항만개발을 위한 채석장 관측
		■ 항만개발 예정지 측량
		■ 항만수심 준설, 방파제 건설
	항만시설 관리, 감시	■ LNG, LPG, 유류부두의 파이프라인 부식, 누출여부 감시
		■ 청항관리
		■ 항만야드, 임항도로, 방충재 관리
	항만기상 항만재해 규모 파악 및 복구비 산정	■ 입출항 기상 제공
■ 항만재해 규모 파악 및 복구비 산정		
항만보안 부문	■ 항만보안	
수산	양식어장 관리	■ 양식어장 관리, 판독, 생산량 정밀 예측
	적조 및 해파리 예찰	■ 적조 예찰, 적조 제거 위한 위치 선정 모니터링
		■ 적조방재활동
		■ 해파리 이동조사
해양	연안조사, 관측, 관리	■ 공유수면 점사용관리
		■ 해안산수심측량, 무인도서 원격측량, 연안침식지형도 변화 모니터링
	무인도서 관리	■ 무인도서 관리, 생태계 조사
	해양수색, 구조	■ 해양수색 및 구조

자료: 김형태, 드론의 해양수산 분야 활용방안, KMI 현안분석, 2014 / KMI 정리

다음으로 채송화 등(2015)은 상업용 드론의 활용 기회 및 위험요소를 분석하였으며, 드론 트렌드 분석, 상업용 드론 현황 파악, 시장규모 및 활용 현황 분석 등을 수행하였다. 특히 SWOT 분석을 통해 드론 도입에 따른 시장 확대, 신비즈니스 창출 등 기회요소와 중국기업 점유율 확대, 북미기업의 경쟁력 등 위험요소를 분석하여 제시하였다.

〈표 1-2〉 국내 상업용 드론 SWOT 분석

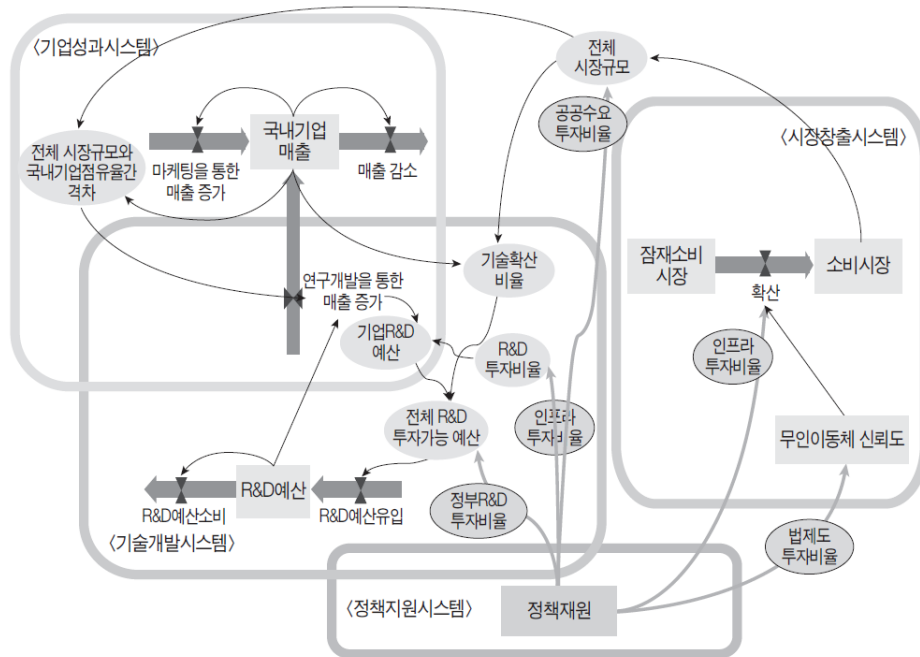
강점(Strength)	약점(Weakness)
■ 우수한 무인항공기 HW 기술력 보유 ■ 세계 수준의 통신 네트워크 및 스마트기기 보급률	■ 엔진, 항법 등 핵심 분야의 기술력 취약 ■ SW 분야 국내 기반 기술 취약
기회(Opportunity)	위협(Threat)
■ 미국 등 선진국의 드론 법제화에 따른 상업용 시장 확대 ■ 드론을 활용한 다양한 신규 비즈니스 창출 가능성 ■ 상업용 드론은 초기 시장으로 낮은 진입장벽	■ 가격 경쟁력을 내세운 중국기업의 시장 확대 ■ 첨단 기술력 기반 창의력이 더해진 북미 스타트업들의 성장

자료: 채송화, 홍승표, 상업용 드론의 기회와 위험요소 분석, 한국통신학회 2015 하계종합학술회의, 2015

서동혁 등(2016)은 무인이동체산업에 대한 정책효과 추정을 통해 바람직한 지원방향을 모색하기 위해 ‘무인이동체산업의 국내 역량분석 및 정책방향’ 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 먼저 무인이동체산업의 인과지도를 구성한 후 정책 시뮬레이션을 수행하여 효과를 분석, 관련 정책 방향을 제시하였다. 본 연구에서 구성한 무인이동체 산업시스템은 다음의 그림과 같으며, 이를 기반으로 시뮬레이션해본 결과 수요시장 형성과 기술적 확산이 본격화되기 전에 인프라 및 신뢰도 구축을 위한 지원을 선제적으로 실시하고 기술적 확산 수준에 따라 기술 개발에 대한 정책적 지원이 필요하다¹⁶⁾는 결론을 도출하였다.

¹⁶⁾ 서동혁, 김승민, 「무인이동체산업의 국내 역량분석 및 정책방향 : 드론 및 자율주행차를 중심으로」, 산업연구원, 2016.5

〈그림 1-1〉 무인이동체 산업시스템 요약



자료: 서동혁, 김승민, 무인이동체산업의 국내 역량분석 및 정책방향 : 드론 및 자율주행차를 중심으로, 산업연구원, 2016.5.

미래창조과학부와 융합연구정책센터에서는 2015년 10월 ‘무인이동시스템 기술로드맵’ 보고서를 발간하였으며, 본 보고서에는 무인이동체의 산업현황 및 정책동향 분석, 미래 시장예측, 무인이동체별 핵심기술 및 로드맵 등이 제시되어 있다. 특히 육상/항공/해양 무인이동체별로 연구기관 및 기업, 주요 제품 등이 조사되어 있어 드론 사례 조사 시 많이 활용될 수 있을 것으로 보인다.

이외에도 드론과 관련된 다양한 연구들이 수행되었으나 해양수산 분야의 드론활용 및 로드맵 수립과 관련된 본격적인 연구는 수행되지 않았다. 김형태 (2014)의 연구에서 해양수산 분야 드론활용과 관련되어 일부 연구가 진행되었으나 가능성을 검토하는 수준이었기 때문에 추가적인 세부 연구가 필요하였다. 특히 본 연구는 해양수산 분야의 특성 및 현장 수요를 파악하여 실효적인 기술 개발 및 활성화 정책 수행 방안을 제시함으로써 정책 당국자에게 실질적인 도

움을 주기 위해 수행된 연구이기 때문에 그 목적과 내용면에서 기존 연구들과는 차이점이 있다 할 수 있겠다.

2. AHP 관련 선행연구

본 연구에서 도출되는 해양수산분야 드론활용을 위한 과제 중 우선적으로 추진해야 할 과제를 선정하기 위해 계층화분석기법(Analytic Hierarchy Process, AHP)을 사용한다. AHP는 다기준의사결정(MCDM: multi-criteria decision making) 기법 중 하나로 말 그대로 다양한 기준을 고려하여 과제 등을 선정할 때 주로 사용된다. 실제 여러 기준을 한꺼번에 비교하는 것은 어려운 일이다. 이를 단순화 하기 위해서 AHP는 계층구조를 사용하여 모든 기준에 대해 비교적 명료한 쌍대비교만 수행, 문제를 단순화하는 방법론이다. 특히 AHP는 정성적 기준을 정량화 할 수 있고, 다양한 기준에 대해 중요도를 부여할 수 있어 우선순위 선정 등에 널리 활용되고 있다. AHP 기법을 통한 우선순위 선정에 있어서는 절대비교와 상대비교가 있다.

양정모(2007)는 국가 연구과제의 심사방법을 개선하기 위한 방법으로 AHP 기법을 활용하였다. 특히 심시지표의 보다 정확한 가중치를 조절하기 위하여 전문가 그룹을 대상으로 설문을 수행하여 이를 기반으로 새로운 과제심사지표를 선정하였다. 김주호·정경진(2009)은 국가연구개발사업에서 R&D 활성화를 위하여 AHP를 이용하여 연구성과를 평가하는 모형을 제시하였다. 평가항목으로는 대항목으로 연구성과의 우수성, 기술성, 산업기반성, 활용성을 고려하였고 하위 소항목으로 혁신성, 기술격차 해소 등을 구성하여 각 항목의 가중치를 AHP 기법을 이용하여 산정하였다.

〈표 1-3〉 생명공학분야 미래유망기술 평가항목

대항목	소항목
연구성과의 우수성	연구성과의 혁신성
	연구성과의 기술격차 해소
연구성과의 산업기반성	국내외 기존 기술과의 차별성
	타산업으로의 파급력
	논문, 지재산 등 정성적 연구성과 정도
연구성과의 활용성	관련 시장의 성장가능성
	산업적 파급효과
	시장점유 및 신시장 창출 능력
연구성과의 활용성	향후 후속연구에 대한 기여도
	연구성과의 확산 정도
	성과사례로의 타 사업 귀감 정도

자료: 김주호, 정경진, ‘국가연구개발사업의 R&D 활성화를 위한 기술가치평가 및 AHP 기법을 이용한 연구성과 평가모형 설계’, 한국컴퓨터종합학술대회, Vol 36, No. 1, 2009

홍정만(2011)은 민간부문의 신재생 에너지 부문 투자우선순위 평가를 위하여 AHP 기법을 활용하였다. 전문가를 그룹의 특성에 따라 사업투자, 시장분석, 에너지 운영으로 나눴고, 각 분야에 대한 가중치 및 차이점을 분석, 총 7개 평가항목의 가중치를 AHP를 이용하여 부여하였다.

이처럼 AHP 분석은 과제나 투자분야의 우선순위를 선정하기 위한 연구에 폭넓게 사용되고 있고, 전문가의 정성적 의견을 정량화할 수 있다는 장점이 있어 본 연구에서도 드론의 적용분야 우선순위 선정에 있어 AHP 기법을 사용한다.

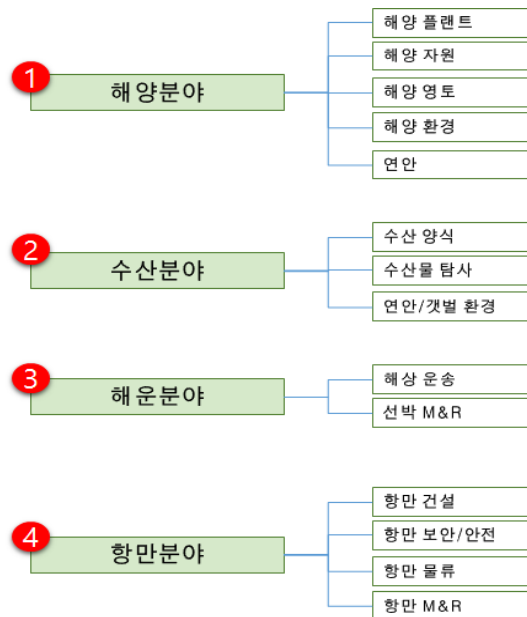
제4절 연구의 범위와 방법

1. 연구의 범위

본 연구의 시간적 범위는 2016년까지 자료를 기반으로 하며 기존 드론 및 활용 관련 보고서, 온라인 자료 등을 이용한다. 특히 2016년 문헌조사를 통해 국내외 드론 관련기술 및 현장요구 사항, 수요발굴위원회를 통해 드론 현장적용 가능성 등을 반영토록 한다. 시간적 범위에서 중장기 로드맵 적용연도 등 미래 전망 범위는 2018년에서 2023년까지로 한다.

내용적 범위로 해양분야는 해양 플랜트, 해양 자원, 해양 영토, 해양 환경 및 연안을 포함한다. 수산분야의 경우 수산 양식, 수산물 탐사, 연안 및 갯벌 환경이 이에 해당된다. 해운분야에서는 해상운송과 선박 유지관리 및 보수(M&R, Maintenance & Repair)에 대하여 연구가 수행된다. 마지막으로 항만분야에서는 항만건설, 항만 보안 및 안전, 항만물류, 항만 M&R의 범위가 포함된다.

〈그림 1-2〉 연구의 범위



2. 연구의 방법

기본적으로 연구의 방법은 기술개발을 위한 기술로드맵(TRM, Technology Road Map)과정을 따랐으나, 가장 중요한 드론활용 수요조사 과정에서 기술공급자(개발자)보다는 현장수요자의 의견을 중심으로 로드맵 수립을 진행하였다. 기술 공급자는 각 분야에서 발생하는 문제와 요구사항을 기술적으로 해결가능한 지에 대한 판단자 역할을 수행하였다.

〈표 1-4〉 연구단계 및 방법

구분	연구단계	연구방법
1	드론활용실태	• 국내외 문헌 • 현장조사 및 전문가 인터뷰 • 세미나 참석 • 컨퍼런스 및 전시회 참석
2	활용 수요조사	• 수요발굴위원회 구성(4개 분야) - 해양, 수산, 해운, 항만물류 • FGI(전문가 집단면접)법 - 1차 : 현장수요전문가 - 2차 : 현장 및 기술수요전문가
3	드론활용분야 사업발굴	• 활용영역, 수요주체 기반 • 브레인스토밍 및 피드백 • Bottom-up & Top-down 방식
4	우선추진과제 선정	• AHP
5	사업추진로드맵 수립	• 기술-제품발굴 로드맵

연구는 크게 5단계로 진행되었다.

첫째, 현재까지 드론의 개발과 활용실태에 대한 파악을 위해 국내외적으로 분석, 제시하고 있는 미래 기술환경의 변화를 먼저 살펴보았다. 또한 각종 문헌, 보고서, 현장탐방, 세미나 및 전시회 등 참석을 통해 국내외에서 드론을 필요로 하는 원인과 개발방향 등을 파악하였다. 이와 더불어 현존하는 기술수준을 파악함으로써 추후 기술개발 및 사업과제 도출에 기여할 수 있도록 하였다.

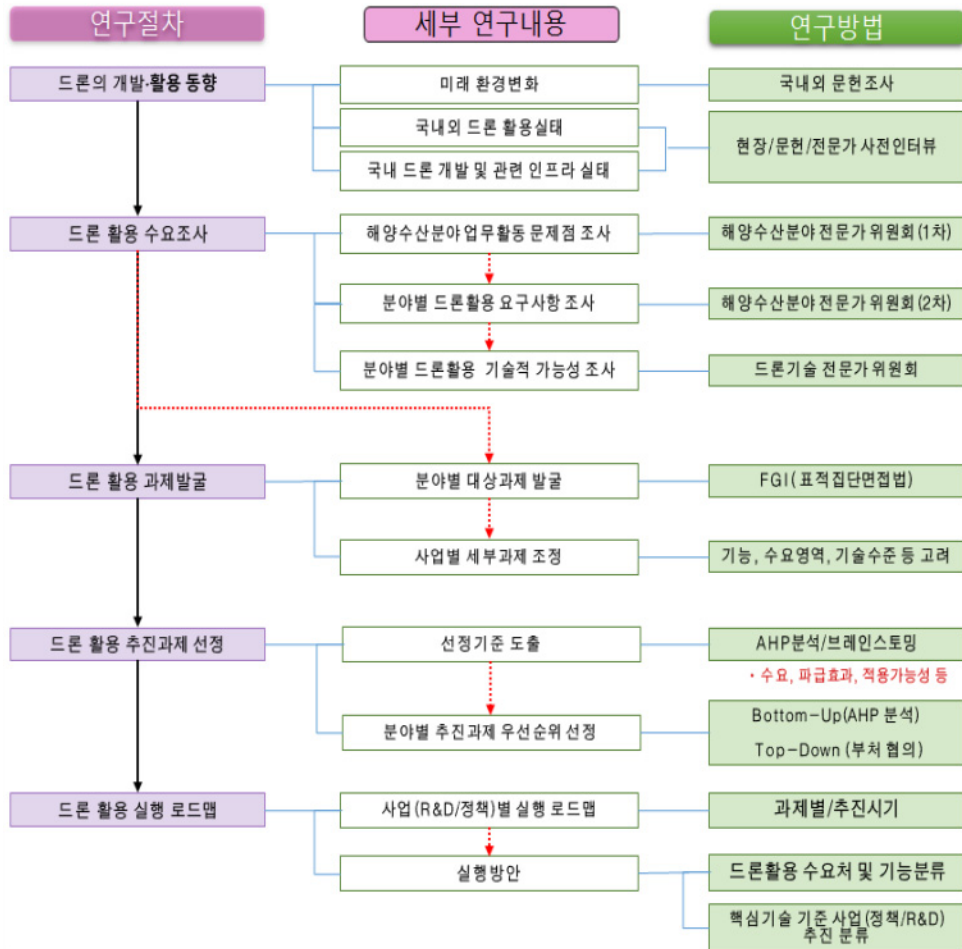
둘째, 해양수산분야에서 실질적인 드론의 활용과 확대를 위해서 해양, 수산, 해운, 항만 각 분야별 수요발굴위원회를 구성하였다. 수요발굴위원회는 동 분야의 불특정 다수로 구성, 자문하기보다는 드론의 필요성이 있는 분야와 전문가를 선별하여 표적집단면접법(FGI : Focus Group Interview)을 실시하였다. 동 FGI에서는 현장 중심의 산업과 업무영역에서 일상적 업무를 담당하는 전문가들을 중심으로 1차 수행하였다. 2차 FGI에서는 1차 일반전문가와 드론 기술전문가를 병합하여 문제점 및 요구사항 등을 기반으로 기술개발 및 사업화 가능성에 대하여 타진하였다.

셋째, 1, 2차에서 도출된 i) 문제점, ii) 요구사항, iii) 기술수준(기술적 가능성) 등의 조사, 종합내용을 기반으로 드론사업발굴을 위한 영역별, 수요층별, 기술수준별 분류에 맵핑하였다. 이를 기반으로 연구진 및 기술전문가들과 브레인스토밍을 통해 드론활용을 위한 과제 발굴 및 재검토를 수행하였다.

넷째, 3단계에서 도출, 정리된 사업과제(R&D, 정책) 등을 기반으로 우선추진 선정기준을 수립하고, AHP 설문 및 분석을 통해 각 분야별로 중점적으로 추진해야 할 과제들의 우선순위를 도출, 종합하였다.

마지막으로 과제별로 기술수준, 역할, 활용분야에 따라 드론활용 확대를 위한 사업추진 로드맵(단기, 중기, 장기)을 제시하였다. 또한 동 사업의 조속한 실현을 위해서 i) 드론활용의 수요처와 기능분류, ii) 드론 요구기술 기준에 따른 사업추진방향 분류를 통해 실질적이고 단계적인 실행방안도 제시하였다.

〈그림 1-3〉 연구흐름도



제2장 드론의 개념 및 개발·활용 동향

제1절 국내외 환경변화

1. 사회 환경의 변화

2010년부터 ICT(Information and Communications Technologies)를 기반으로 한 4차 산업혁명에 대한 담론과 디지털 신기술의 개발 시도가 본격화되면서 다보스포럼, 가트너 등 세계적인 경제·기술 전문기관들이 미래 사회변화 전망을 앞다투어 다루고 있다. 이와 더불어 국내에서는 미래창조과학부, 한국전자통신연구원 등 R&D를 중심으로 한 정부부처 및 출연연구기관에서 미래사회 변화에 대한 예측을 제시하고 있다(<표 2-1> 참조).

2015~2016년에 걸쳐 국내외 기관들 전망한 미래(2020년) 사회변화상은 크게 경제, 사회, 정치, 자원 및 환경, 과학기술 등 5개 분야로 나누어져 있다.

세부적으로는 첫째, 경제적 측면에서 2020년에 디지털 경제, 고용불안, 저성장과 산업의 고도화를 제시하고 있다. 둘째, 사회적 측면에서는 저출산과 고령화, 삶의 질 개선, 사이버 범죄 등을 제시하고 있는데, 현 상황에서도 사회적으로 매우 심각하게 나타나고 있는 현상들이다. 셋째, 정치적으로는 북한안보와 통일, 글로벌 거버넌스가 보다 더 진전될 것으로 전망하고 있다. 넷째, 자원·환경적 측면에서는 자연재해 발생, 기후변화 대응 강화, 국가 간의 환경영향, 자원에 대한 스트레스가 심화될 것으로 보고 있다. 마지막으로 과학기술 측면에서는 사물 간의 초연결 시대, 각종 하드웨어 및 소프트웨어의 지능화 시대, ICT 정보를 통한 디지털화 시대를 전망하고 있다.

〈표 2-1〉 미래(2020년) 사회변화 전망

구분	2020년 사회변화 전망	비고
경제	• 디지털 경제 • 고용불안 • 저성장, 성장전략 전환 • 산업 및 일자리 고도화	
사회	• 저출산, 고령화 • 삶의 질 개선 • 사이버 범죄	
정치	• 북한 안보 및 통일문제 • 글로벌 거버넌스	
자원 환경	• 기후변화 • 자연재해 • 국가 간 환경영향 • 자원 스트레스	
과학 기술	• 초연결 - IoT, 디지털메쉬 • 지능화 - AI • 가상화 - AR/VR • 스마트 머신 - 자율, 로봇, 에이전트	

자료: 1. 미래창조과학부, 미래 이슈 분석결과 발표, 2015.07

2. 한국전자통신연구원, ECOSight 3.0 : 미래사회전망, 2015.06

3. Gartner, Top 10 Strategic Technology Trends 2016~2017, 2015/2016.12

4. 최상희, 「2017 항만물류기술 전망과 대응」, 2016 해양수산전망대회, 2017

주 : 작성된 표는 국내외 각 기관에서 발표된 내용을 요약, 통합, 정리하여 재작성된 것임

특히 2016년에 세계적 IT 전문기관인 가트너에서는 주목할 만한 10대 전략 기술로, 사물간의 초연결을 통한 대화형시스템, 매쉬업과 서비스아키텍처, 디지털기술플랫폼, 능동형 보안아키텍처, AI 및 머신러닝, 지능형 앱, 지능형 사물, 가상 및 증강현실, 디지털트윈, 블록체인 & 분산장부 등을 10대 전략기술로 꼽았다.

〈표 2-2〉 2017년 10대 전략 기술(가트너)

구분		2017년	사례
과학 기술	초연결	- 대화형시스템,	홈쇼핑, 챗봇
		- 메쉬앱 & 서비스아키텍처	컴퓨터앱, 웹앱, 모바일앱, IoT앱 등이 백엔드 서비스(클라우드) 메시로 연계
		- 디지털기술 플랫폼	디지털비즈니스 (시스템+고객경험+분석+인텔리전스+IoT)
		- 능동형 보안아키텍처	IoT 플랫폼 보호기술
	지능화	- AI 실용화 & 향상된 머신러닝	딥러닝 신경망, 자연어 처리기술 및 기법
		- 지능형 앱	가상 개인비서 소프트웨어
		- 지능형 사물	드론, 자율주행, 스마트 기기
	디지털	- 가상/증강현실(AR/VR)	디지털메시와 결합, 앱 또는 서비스로 제공
		- 디지털 트윈	소프트웨어기반 시뮬레이션(센서기반 디지털(가상화) 자산
		- 블록체인 & 분산장부	비트코인, 핀테크 등 가상화폐 거래 시 해킹 방지

자료: Gartner, Top 10 Strategic Technology Trends 2017, 2016.12

동 전략기술들은 2017년부터 가시화되어 2020년에 이르러서는 그 기술이 실용화 단계에 들어설 것으로 전망된다.

이 가운데 드론은 지능형 사물에 속하게 되나 동 기기들은 AI, AR/VR, 대화형시스템, 디지털기술플랫폼, 능동형 보안 등 타 기술들과 융합될 때 그 가치들과 활용성이 높아질 것으로 보인다. 따라서 지능형 사물들을 단순한 비행, 감시 등의 기능만으로는 그 역할과 활용의 한계가 있을 것으로 판단된다.

2. 해양수산 환경의 변화

이와 같이 사회환경의 변화로부터 촉발된 미래에 대한 전망들은 해양수산, 건설교통, 보건복지, 과학기술, 교육문화 등 국내외 각 산업에 영향을 미치기 시작하였다.

2016년에 발간된 「제2차 부산광역시 해양산업육성 종합계획」에서는 각 분야별로 글로벌 환경변화 주요 이슈들을 제시하였다.

〈표 2-3〉 해양수산 환경변화

구분	환경변화	비고
해운	• 해운시장 불황 및 정기선 공급 과점화 • 대형 얼라이언스, 선화주 연합, 풀링체제 • 해운 환경규제 강화 • IT 기반 해운시장 콘텐츠 수요 증가	
항만·물류	• 세계 해상물동량 증가세 둔화 • 글로벌 생산네트워크 및 SCM 운영 변화 • 해운항만물류산업 경쟁 심화 • 해외직구 및 역직구 성장 • 소량/소형/다품종 맞춤형 커머스 성장 • O2O(online to offline) 물류플랫폼 증대 • 디지털 신기술 기반 물류센터 운영 강화	효율성 강화
수산	• 양식생산 증대 및 수산물 가격 상승 • 시장개방 확대, 수산자원 및 영토 경쟁 • 기후변화의 수산생태계 영향 • 생산, 유통, 가공, 소비의 혁신 및 스마트화 • 친환경 식품 및 안정화 강화	생산 정체
해양	• 선박금융 다양화 및 중국 성장 • 해양배기가스 규제 강화 • 선박수요 패러다임 변화 (고부가가치선) • 전통산업과 IT기반기술 융복합	

자료 : 부산광역시, 「제2차 부산광역시 해양산업육성 종합계획」, 2016을 요약

동 보고서에서 제시한 해운, 항만·물류, 수산, 해양 등 4개 분야의 환경변화를 검토해 본 결과 공통된 이슈가 있다.

가장 중요한 공통이슈들을 살펴보면 첫째, 해상운송, 항만·물류운영, 조선 및 플랜트 제조, 수산자원확보 및 유통 등 글로벌 이해관계자들의 경쟁이 갈수록 치열해지고 있었다. 따라서 각 분야별 산업경쟁력 확보를 위해 기존산업과 디지털 신기술 기반의 융·복합 산업이 해결방안으로 떠오르고 있다. 둘째, 어느 분야에서나 기후변화, 환경규제에 대한 부분을 주요 이슈로 제시하고 있다. 이를 타개하기 위해 산업은 전통적 제조 및 운영에서 고부가가치 신 환경산업으로

로 이전하고 있으며, 산업 활동에 대한 환경오염 감시와 배출억제가 주요 미래 전략으로 추진되어야 한다는 것이다. 셋째, 각 부문별 산업영역의 확대이다. 기존 전통적 산업영역에 안주해서는 안 되며, 해운/항만물류/수산분야마다 IT를 기반으로 한 온-오프라인으로 사업영역 통합 등 고객서비스 영역 확대, 물리적 시설(항만 등)의 역할과 기능변화가 이루어져야 한다는 것이다.

동 연구에서 i) 2020년 미래사회환경변화, ii) 가트너 10대 전략기술 iii) 미래 해양산업 육성계획 등을 융합하여 미래 해양수산 12대 이슈를 도출해 보았다.

이 세 부문 트렌드의 종합을 통해 도출된 12대 주요 이슈로는 해양수산 역할과 기능전환, 기술개발 해양수산정책 강화, 해양수산 무인시스템 확산, 대고객서비스 고도화, 위기대응체제 강화, 기후변화 대응 친환경화, 정보통합 강화, 능동형 보안체제, 산업 및 일자리 쉬프트, 해양수산산업 표준화 체계 강화, 대국민 서비스 강화, 통일대비 남북한 격차 개선 등이다.

〈표 2-4〉 해양수산(항만물류) 미래 12대 이슈와 전망

구분	주요 이슈	전망	비고
1	• 해양수산 역할과 기능 전환	• 해양수산 분야별(해운, 항만-물류, 해양, 수산)영역의 확대 • 미래항만-물류 기능과 시설의 변화	
2	• 기술기반 해양수산정책 강화	• 디지털 해양수산비즈니스 등장 • 4차산업혁명 기반 국가 R&D체계 수립	
3	• 해양수산 무인시스템의 확산	• 해양수산산업의 무인시설 건설, 운영, 유통 등 확산 • 유인시설의 무인화 리모델링	
4	• 대고객 서비스 고도화	• 비용절감 IT 기반서비스 실용화 • 소량/다품종/맞춤형 서비스 강화	
5	• 위기대응체제 강화	• 해양수산 불확실성 확대(지진, 태풍, 철도 및 화물연대 파업 등)	
6	• 기후변화 대응 친환경화	• 파리협약 이행 강제화 착수 • 조선산업 및 해운업의 친환경화	
7	• 정보수집 및 통합 강화	• 업종 간 영역파괴 • 드론, 로봇, 자율사물 등 정보기반 중요성 확대	

〈표 2-4〉 해양수산(항만물류) 미래 12대 이슈와 전망(계속)

구분	주요 이슈	전망	비고
8	• 능동형 보안체계	• 디지털 정보플랫폼 보안 심각	
9	• 산업 및 일자리 쉬프트	• 디지털혁명으로 단순반복적 일자리 감소 • 직종 전환 노력 증대	
10	• 해양수산업의 표준화 체계 강화	• 비용절감 노력 • 글로벌 신산업 창출과 선도 노력	
11	• 대 국민 서비스 강화	• 해양, 수산, 해운물류, 항만의 분야별 국민서비스 연계사업 추진	
12	• 통일대비 남북한 격차 개선	• 격차해소 위한 분야별 지속적 연구	

주 : 최상희, 「2017 항만물류기술 전망과 대응」, 해양수산전망대회 2017, 한국해양수산개발원, 2017을 기반으로 수정, 보완

이 가운데 드론활용 확대와 관련된 주요 이슈들은 해양수산 기능 확대, 기술 기반 해양수산업 정책 강화, 해양수산 무인시스템 확산, 위기대응체제 강화, 기후 변화 대응 친환경화, 정보수집 및 통합 강화, 능동형 보안체계, 산업 및 일자리 쉬프트, 표준화체계 강화 등이다. 이와 같은 이슈들은 드론을 개발, 활용하는데 전·후방의 효과를 가져올 수 있는 부분으로서 향후 R&D 및 정책발굴의 기본 프레임으로 제시될 것이다.

제2절 드론의 개념 및 활용실태

1. 해양수산분야 드론의 정의와 활용범위

일반적으로 드론을 언급할 때 사람이 타지 않고 무선전파의 유도에 따른 무인공중비행체를 말한다. <표 2-5>에도 나타나듯이 드론은 대부분이 공중을 비행하는 비행체를 대상으로 하며 원격 또는 자율로 비행이 가능한 시스템을 포함하고 있다.

〈표 2-5〉 드론의 정의

출처	정의
• 한국해양수산개발원	• 기체, 지상장치, 통신을 포함하는 무인항공시스템 (Unmanned Aircraft System)
• 네이버캐스트	• 무선전파로 조종할 수 있는 무인항공기
• 두산백과	• 사람이 타지 않고 무선전파의 유도에 의해 비행하는 비행기나 헬리콥터 모양 비행체
• Wikipedia	• 무인공중비행체
• 국립국어원(연합뉴스)	• 무인기 : 조종사 없이 무선전파의 유도에 의해서 비행 및 조종이 가능한 비행기나 헬리콥터 모양의 무인 항공기

- 자료 1. 김형태, 「드론의 해양수산 분야 활용방안」, 한국해양수산개발원, 2014.08
 2. http://navercast.naver.com/contents.nhn?rid=122&contents_id=80211, 2017.03.08.
 3. <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1085499&cid=40942&categoryId=32367>, 2017.03.08.
 4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Drone>, 2017.03.08.
 5. <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2015/05/04/0200000000AKR20150504061100005.HTML?input=1195m>
 2017.03.08

드론은 초기 군사용으로 개발되어 무인정찰, 폭격 등에 활용되어 왔다. 1980년대 이후에는 민간영역에서 장비의 특성을 이용, 영상촬영, 구호활동, 건설현장 지원, 통신망 구축 등 다양한 분야에서 활용하기 시작하였다.

「드론의 해양수산 분야 활용방안(2014)」¹⁷⁾에서는 일반적인 법상에서 드론을 항공기와 구분토록 하고 있는 것으로 나타났다. 즉, 국내법상에서는 드론을 무인비행장치로 구분하여 자체중량을 150kg 이하로 규정하고 있다.

¹⁷⁾ 김형태, 「드론의 해양수산 분야 활용방안」, 한국해양수산개발원, 2014.08, 참조

〈표 2-6〉 항공기 VS 드론

구분		정의	비고
항공기		• 비행기, 비행선, 활공기, 회전익 항공기 및 기타 동력비행장비, 항공우주선으로 항공에 사용 가능한 기기	유인 등록
경량 항공기		• 항공기 외에 비행할 수 있는 것으로 일정한 기술요건을 구비 - 최대이륙중량 600kg 이하, 탑승좌석 2개 이하	
초경량 비행장치	비행장치	• 동력 비행장치 - 좌석 1개, 자체중량 115kg 이하	유인 신고
		• 회전익 비행장치 - 좌석 1개, 자체중량 115kg 이하	
		• 인력 활공기 - 탑승자 등 제외 자체중량 115kg 이하	
		• 기구류 - 무인 또는 유인기구	
		• 낙하산류 - 무인 또는 유인	
	무인 비행장치	• 무인동력 비행장치 - 무인(비행기 or 회전익 비행장치), 자체중량 150kg 이하 • 무인비행선 - 자체중량 180kg 이하, 길이 20m 이하	무인 신고

자료 : 김형태, 「드론의 해양수산 분야 활용방안」, 한국해양수산개발원, 2014.08, p5를 재정리

그러나 최근 들어 무인자율항공기(UAV)의 개념에서 벗어나 무인지상차량(Unmanned Ground Vehicle, UGV), 무인수상선박(Unmanned Surface Vehicle, USV), 무인수중잠수함(Unmanned Underwater Vehicle, UUV) 등 그 활용범위가 크게 넓어지고 있는 상황이다. 이와 같이 드론은 크게 UAV, UGV, USV, UUV 등 4가지로 나누어져 운용되고 있다. 이 중 대부분은 미군 등 군에서 개발 및 운용이 되고 있으나 UAV를 중심으로 점차 민간의 활용이 확대되고 있다.

이와 같이 디지털 신기술의 발전에 따라 그 사용범위가 확대되면서 무인으로 자율이동할 수 있는 모든 기기를 드론의 범주에 포함시키기 시작하였다. 따라서 국내에서는 2015년부터 범부처적으로 무인이동체¹⁸⁾라는 복합어를 적용하였다. 이를 기반으로 『무인이동체 발전 5개년 계획(‘16~‘20)』을 수립¹⁹⁾하였

¹⁸⁾ 「무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략」, 국가과학기술자문회의 보고, '15.5월에서 언급

다. 동 계획에서는 드론보다는 확대된 무인이동체를 i)무인기, ii)자율주행차, iii)무인농기계, iv)무인해양이동체 등 4가지로 구분하여 R&D 및 정책사업 등을 추진하고 있다.

〈표 2-7〉 무인이동체 구성 및 추진과제

구성	추진과제
• 무인기	• (무인기) 시장 경쟁력 조기확보
• 자율주행차	• (자율주행차) 부품 경쟁력강화 및 인프라 구축
• 무인농기계	• (무인 농기계) 독자 기술력 확보
• 무인해양이동체	• (무인 해양) 수중이동체 및 무인선 기술개발

자료 : 관계부처합동, 무인이동체 산업활성화 및 일자리 창출을 위한 『무인이동체 발전 5개년 계획(안)』, p45~46, 2016.06 의 내용 정리

미래창조과학부에서는 『무인이동시스템 기술로드맵(2015.10)』을 통해 드론만이 아닌 무인이동체와 관련 시스템 전반에 대한 로드맵을 제시하고 있다. 동 로드맵에서는 육상, 항공, 해상 등 지역별 다양한 활용대상 범위를 고려한 무인이동체 기술개발 로드맵을 제시하고 있다.

〈표 2-8〉 무인이동체 구분 및 시장

구분	항목	활용대상
육상	자율 주행차	• 일반도로 (스스로 주행환경 인식주행, 장거리)
	무인 농기계	• 농업 (무인 제초, 수확)
	PM(Personal Mobility Vehicle)	• 일반도로 (개인맞춤형, 단거리)
	AGV(Automated Guided Vehicle)	• 물류, 공장자동화
	자율 및 작업차량	• 건설 • 임업 • 경비 • 군용

19) 국가과학기술심의회, 무인이동체 산업활성화 및 일자리 창출을 위한 「무인이동체 발전 5개년 계획(안)」, 2016.06

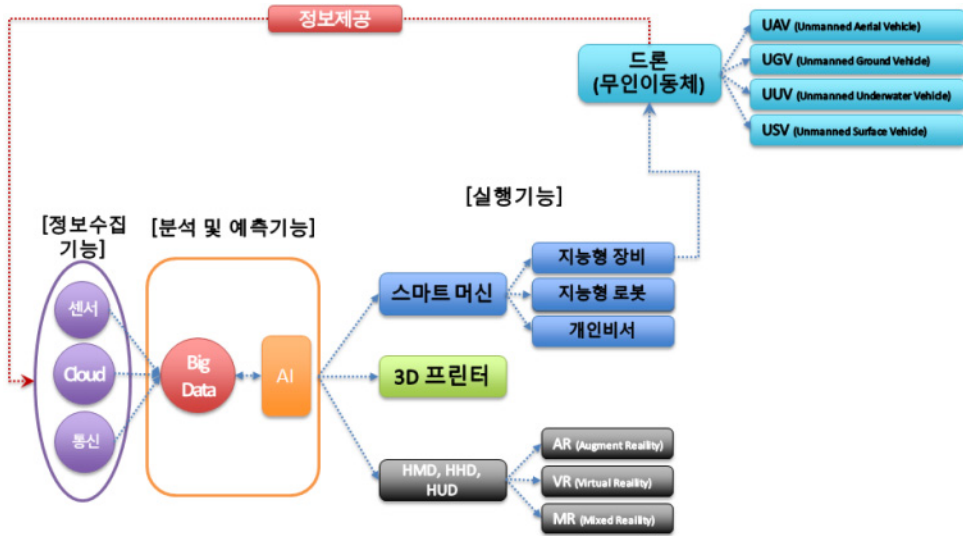
〈표 2-8〉 무인이동체 구분 및 시장(계속)

구분	항목	활용대상
항공	군용 무인항공기(드론)	• 군사정찰, 공격, 수송
	민수용 무인항공기(드론)	• 공중촬영, 농업용, 물품수송
	취미용 소형무인항공기(드론)	• 개인오락, 인물촬영
해상	무인선박 USV(Unmanned Surface Vehicle)	• 해양(감시정찰, 조사, 구난방제), 군사용
	수중무인체(무인자율잠수정) UUV(Unmanned Underwater Vehicle)	• 해양(조사, 건설)
		• 해양(조사), 군사용

자료 : 미래창조과학부, 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술 로드맵」, 2015.10, p4 중 일부 수정 및 재정리

해양수산부문 또한 해양, 수산, 항만과 운송이라는 다양한 영역을 보유하고 있기 때문에 비행체만을 이용하는 드론에 한정시키기에는 해양수산산업의 활성화와 일자리 창출의 한계가 있을 것으로 판단된다. 또한 기존 관계부처 합동 계획, 드론 관련 기술로드맵 등이 육상, 항공, 해상 등 전방적인 기술개발과 사업방향을 제시함에 따라 해양수산분야도 이에 적합한 R&D 및 관련사업 발굴이 수반되어야 한다. 해양수산분야 또한 기존에 개발되었던 무인항공기(UAV), 무인지상차량(UGV) 등을 도입하여 항만물류분야에 적용할 경우도 있을 것이며, 무인선박(USV), 수중무인체(UUV) 등은 해양분야에 특화하여 R&D를 추진할 수도 있다. 따라서 기존 드론의 정의인 무인항공기, 또는 해양수산 R&D에 해당되는 부분만을 굳이 해양수산분야 드론으로 한정할 필요는 없을 것으로 판단된다.

〈그림 2-1〉 디지털 신기술과 드론(무인이동체)의 분류



〈표 2-9〉 해양수산분야 무인이동체 형태와 활용대상

분야	형태	활용대상
해양	무인비행장치 자율잠수정	• 조사, (해상구조물)건설, 감시, 통신
수산	무인비행장치	• 감시, 채수, 조사 및 관측
해운	무인선박	• 화물운송, (드론)충전 및 착륙, 군사
항만물류	무인비행장치 자율주행차	• 이송 및 운송, 정보 수집, 감시 및 검사

따라서 본 연구에서는 드론의 의미를 해양, 수산, 해운, 항만물류 영역에서 운용 가능한 UAV, UGV, USV, UUV 등 자율무인화된 모든 무인이동체로 정의한다. 이를 기반으로 해양수산분야에서 드론활용 확대에 부합될 수 있도록 i) 기존 제품을 도입·개선하여 사업화할 부분 ii) R&D를 통해 실용화할 부분을 명확하게 제시하는 것이 무엇보다 중요하다.

2. 드론 활용실태

최근 드론에 대한 관심이 증가하면서 다양한 분야에서 드론을 활용한 사례들이 많이 등장하고 있다. 본 항에서는 이들 중 해양·수산분야와 타 분야의 대표적인 최신 사례(2015년~2017년)를 조사하였다. 단, 최근 이슈가 되고 있는 유인드론은 본 연구내용과 관련이 없으므로 활용사례에서 조사하지 않았다.

1) 타 분야 드론 활용실태

가. 물류분야

몇 년 전 미국 아마존에서는 ‘Prime Air’라는 드론을 이용한 택배 서비스를 발표하였고, 그 후로 드론은 전 세계적인 이슈가 되기 시작하였다. 아마존은 회전익(옥타콥터) 기반의 공중드론을 이용하여 택배화물을 신속하게 배송하겠다는 계획을 가지고 ‘Prime Air’를 추진하였지만, 이동거리, 체공시간, 적재중량 등의 제약으로 인해 바로 현실화시키지 못하였다. 하지만 최근 개선된 동체를 기반으로 하는 새로운 ‘Prime Air’를 선보였으며, 이를 이용하여 2016년 12월 7일 영국에서 첫 배송을 시작하였다. 이번 테스트는 비공개로 진행되었으며 배송에 사용된 드론은 완전 자동으로 비행하였고 약 5파운드의 적재하중을 가지고 있다고 한다.

〈그림 2-2〉 아마존 Prime Air 동체 변화



자료 : Amazon Prime Air, <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?node=8037720011>, 2017. 2. 8

아마존뿐만 아니라 DHL, Fedex, UPS 등 글로벌 물류기업에서도 드론을 이용한 택배 배송 프로젝트를 추진하고 있으며, CJ대한통운 등 국내 물류기업에서도 드론 적용방안에 대해 다양한 연구를 추진하고 있다.

하지만 드론이 가지고 있는 한계로 인해 아직까지 완벽히 물류에 적용되기는 어려운 것이 현실이다. Dorling²⁰⁾ 등 여러 연구자들은 드론이 이러한 한계로 인해 장거리 운송보다는 라스트마일 배송에서 큰 잠재력을 가지고 있을 것으로 보고 있으며, 따라서 라스트마일 배송에서 드론을 어떻게 활용할 것인지에 대한 연구가 필요하다고 하였다.

그 중 하나의 방안으로 드론을 기존 택배 배달 차량과 결합하는 패키지 형태의 시스템이 제시되고 있다. 최근 CNBC, Fortune 등의 뉴스에 따르면 2017년 2월 21일 UPS(United Parcel Service)는 드론이 탑재된 배송 트럭을 이용하여 택배화물을 효과적으로 배송하는 시스템을 선보였다. 본 시스템은 장거리 이동은 배송 트럭이 하고 전체 배송지 중 몇 군데는 트럭이 이동하는 중 드론이 배송할 수 있도록 드론을 조수(Sidekick)로 활용하는 방식이다²¹⁾.

〈그림 2-3〉 UPS 조수 드론



자료 : (좌) Fortune, <http://fortune.com/2017/02/21/ups-drone-deliveries-florida>, 2017. 2. 22

(우) CNBC Facebook, <https://www.facebook.com/cnbc/videos/10155233043584369/>, 2017. 2. 21

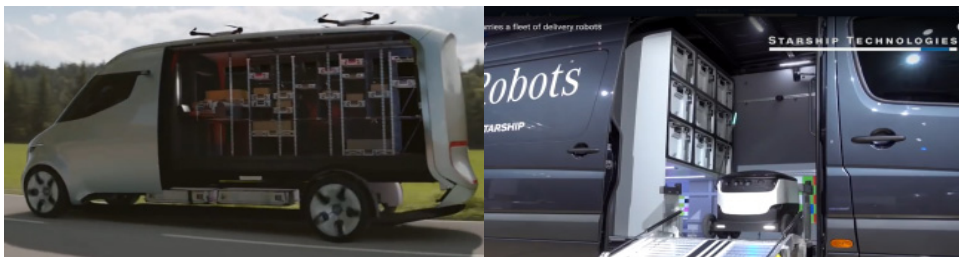
이렇게 드론을 조수로 활용하는 방식은 드론의 능력 한계를 극복함으로써 드론의 물류 적용효율을 높일 수 있는 방식으로 여러 글로벌 기업에서 연구하

20) K.Dorling, J.Heinrichs, G.G.Messier, S.Magierowski, Vehicle Routing Problems for Drone Delivery, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, Aug. 2016

21) C. C. Murray, A. G. Chu, The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 54, May 2015, pp.86-109.

고 있는 주제다. 최근 메르세데스벤츠에서도 이러한 방식을 활용하는 새로운 개념의 배송차량인 Vision VAN과 Robovan(Starship Tech.와 공동연구)을 선보였다. 이 중 Vision VAN은 공중드론을 조수로 활용하는 방식이고 Robovan은 육상드론을 라스트마일 배송에 활용하는 방식이다. Vision VAN은 차량 위에 2대의 공중드론을 탑재하여 몇 군데의 배송지를 드론으로 배송하고, Robovan은 차량 내에 여러 대의 육상드론을 탑재하여 배송지가 밀집한 곳에서 이들을 풀어 배송시키는 방식이다.

〈그림 2-4〉 Mercedes-Benz의 Vision VAN(좌)과 Robovan(우)



자료 : (좌) Mercedes-Benz Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=ve63xdzc3hg>, 2016. 9. 7

(우) Starship Technologies Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=lzwz1UssYdk>, 2016. 9. 7

향후 물류분야에서 드론은 이렇게 배송차량과의 패키지 형태로 먼저 활용될 것으로 보인다. 이러한 방식은 아직까지 활용되고 있지 않던 배송방식이기 때문에 현재는 배송차량에 어떤 드론을 어떻게 탑재할 것인가에 대한 기술적 연구가 주로 수행되고 있다. 하지만 실제 배송에 적용했을 때 어떻게 운영하는 것이 가장 효과적일 것인가에 대한 연구는 아직까지 많지 않았지만 최근 이러한 드론을 물류에 적용할 때 어떻게 최적으로 운영할 것인가에 관한 연구가 등장하기 시작하였다.

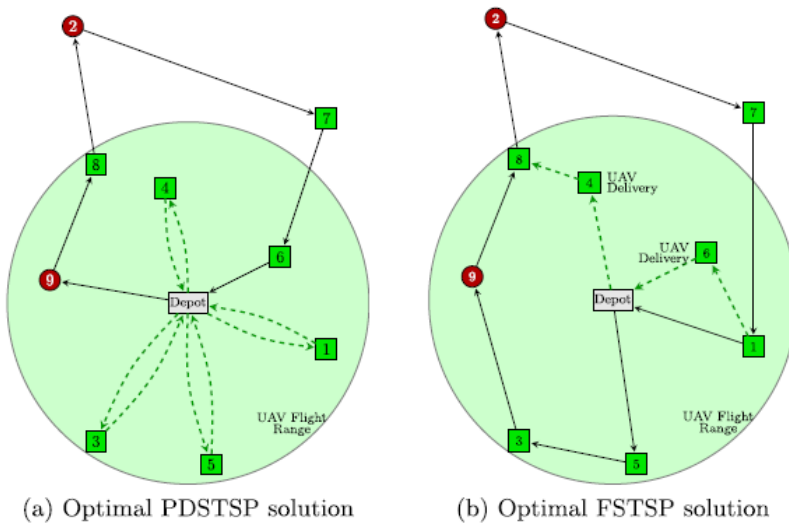
미국 University of Buffalo의 Murray와 Chu²²⁾는 2015년 드론을 날아다니는 조수(Flying Sidekick)로 활용하는 택배문제를 풀기 위한 경로계획 알고리즘을

22) C. C. Murray, A. G. Chu, The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 54, May 2015, pp.86-109.

개발하였다. 본 연구에서는 차량과 드론이 별도로 운영되는, 즉 드론이 차량이 아닌 차고에서 별도로 출발하는 PDS(Parallel Drone Scheduling) 방식(좌)과 드론이 차량에 탑재되어 차량 이동 중 드론이 일부의 화물을 배송하는 FS(Flying Sidekick) 방식(우)에 대한 TSP(Traveling Salesman Problem) 알고리즘을 개발하였다.

이 외에도 Dorling 등의 드론만을 이용한 차량 경로문제 연구를 비롯하여 다양한 드론 활용 최적화 방안에 대한 연구가 진행되고 있다

〈그림 2-5〉 PDS 방식과 FS 방식 비교



자료 : C. C. Murray, A. G. Chu, The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 54, May 2015, pp.86-109.

앞서 살펴본 바와 같이 드론을 택배 배송분야에 적용하기 위한 연구가 많이 진행되고 있으며, 최근에는 의료품, 음식 등과 같이 긴급물품 배송분야에도 많은 연구가 수행되고 있다.

2016년 8월, 미국 뉴욕주립대 스토니브룩캠퍼스 연구팀에서는 고정익과 회전익 형태가 결합된 공중드론(VAYU사 제품)을 이용하여 마다가스카르에 위치한 한 지역에서 결핵 샘플을 배송하는 실험²³⁾을 하였으며, 이를 통해 긴급 의

료분야에서의 드론의 적용가능성을 타진하였다. 이 외에도 미국 Matternet 등에서는 실제 의료품과 혈액 샘플을 신속히 배송할 수 있는 드론을 개발하고 있으며, 적용을 위해 미국 연방항공청(FAA; Federal Aviation Administration)의 제한적인 허가를 받는 등 관련 사업을 추진 중에 있다.

〈그림 2-6〉 결핵 샘플 배송 드론(뉴욕주립대 스톤브룩캠퍼스 연구팀)



자료 : Stony Brook Newsroom, http://sb.cc.stonybrook.edu/news/general/2016_08_05_DronesInMadagascar.php, 2016. 8. 5

미국 Fortune지에 따르면 2016년 7월 11일 드론개발기업인 Flirtey는 미국 네바다주 리노에서 한 고객이 세븐일레븐에 주문한 슬러피(Slurpee)와 치킨 샌드위치, 도넛, 커피, 사탕을 드론으로 배송하였다고 한다²⁴⁾. 또한 피자배달 전문업체인 도미노피자에서도 공중드론과 육상드론을 이용하여 피자를 배달하는 테스트를 진행하였다. 2016년 3월 도미노피자 호주법인은 DRU(Domino's Robotic Unit)라는 육상드론을 이용하여 피자 배달 시험운행을 실시하였으며, 2016년 11월 뉴질랜드에서는 DRU Drone이라는 공중드론을 이용하여 세계 최초로 고객에게 피자배달을 성공하였다고 한다.

²³⁾ Stony Brook Newsroom, http://sb.cc.stonybrook.edu/news/general/2016_08_05_DronesInMadagascar.php, 2016. 8. 5

²⁴⁾ Fortune, <http://fortune.com/2016/07/22/7-eleven-drone-flirtey-slurpee>, 2016. 7. 22

〈그림 2-7〉 도미노피자의 DRU Drone(UAV)과 DRU(UGV)

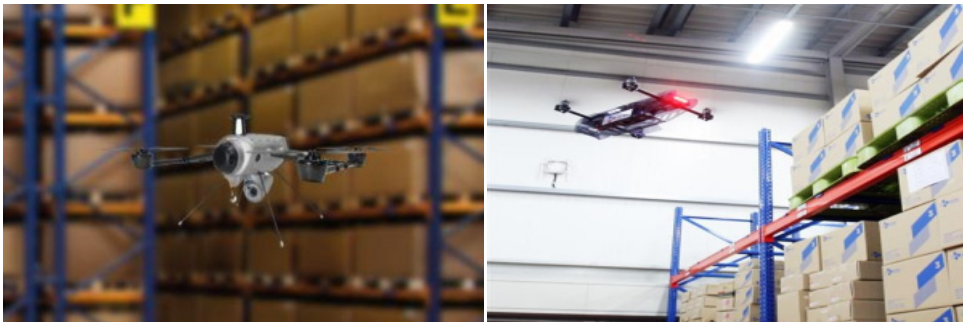


자료 : Domino's, <https://www.dominos.com.au/inside-dominos/technology>, 2017. 2. 8

드론은 물류배송 이외의 분야에서도 활용되고 있다. 유럽의 GEODIS라는 물류회사는 2016년 Delta Drone이라는 드론 개발업체와 함께 물류센터 내 재고확인용 드론을 이용하는 솔루션을 개발하였다. 물류센터 내 랙에 적재되어 있는 재고들을 확인하기 위해서 사람이 높은 랙까지 올라가 바코드나 육안으로 확인하던 방식을 사람을 대신하여 드론이 하게 함으로써 신속성과 안전성을 동시에 확보할 수 있게 되었다고 한다.

미국 Walmart에서도 드론을 이용하여 자사 창고 내 재고를 확인하기 위한 프로젝트를 준비하고 있다고 하며, 국내 CJ대한통운에서도 이러한 드론을 개발 중에 있다.

〈그림 2-8〉 물류센터 내 재고확인 드론



(GEODIS 및 Delta Drone)

(CJ대한통운)

자료 : (좌) GEODIS, <http://www.geodis.com/en/view-1859-communicque.html/1961>, 2016. 4. 26

(우) 서울신문, CJ대한통운-스타트업 공동 물류센터용 드론 개발 추진, 2016. 12. 3

나. 보안 및 감시분야

포커스뉴스의 2016년 4월 14일 기사²⁵⁾에 따르면, 최근 보안 및 감시분야에서도 드론 활용에 대한 연구가 많이 진행되고 있다고 한다. 미국 Dominion Virginia Power사에서는 2015년 8월부터 미연방항공국(FAA)의 승인을 받아 기존 헬리콥터를 이용해 수행해 오던 고압선 점검 작업을 드론으로 교체하기 시작하였으며, 미국 Sky Futures사는 2015년 3월부터 드론을 이용하여 유전 및 가스시설을 촬영하는 등 산업 시설 점검에 드론을 많이 활용하고 있다. 또한 미국 State Farm과 AIG는 2015년부터 드론을 이용해 홍수, 지진, 돌풍 등으로 피해를 입어 사람이 접근하기 힘든 시설물들을 조사하고 있다. 이러한 드론 활용으로 인해 작업자의 안전을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 접근이 어려워 육안 식별이 불가능한 곳까지도 확인할 수 있어 업무 효율도 함께 높일 수 있다고 한다.

〈그림 2-9〉 드론의 시설 점검 활용 사례



(Dominion 고압선 점검)

(Sky Futures 유전시설 점검)

자료 : (좌) Daily Press, <http://www.dailypress.com/news/southside/dp-pictures-dominion-shows-how-they-use-drones-20161003-photogallery.html>, 2017. 2. 8

(우) Ascending Technologies, <http://www.ascotec.de/en/sky-futures-usa-awarded-section-333-exemption-permitting-use-of-drones-for-oil-and-gas-inspections>, 2015. 3. 17

최근 미국, 체코, 우크라이나, 영국 등에서는 범죄 발생을 줄이기 위해 감시 및 진압을 위한 드론을 개발하고 있다. 미국 노스다코타주는 2015년 4월 전기

25) 포커스뉴스, <http://www.focus.kr/view.php?key=2016040600152955538>, 2016. 4. 9

충격기(Taser Gun), 최루탄발사기, 고무탄총 등의 진압용 무기를 탑재한 드론의 사용을 법제화하였으며, 체코, 우크라이나, 영국 등에서는 경찰이 접근할 수 없는 지역을 감시하거나 불법 채광 감시, 용의자 추적 등을 위해 드론을 활용하기 위한 프로젝트를 진행 중에 있다고 한다²⁶⁾.

〈그림 2-10〉 North Dakota 경찰의 무기 탑재 드론



자료 : Higher Learning, <http://thehigherlearning.com/2015/08/26/north-dakota-approves-use-of-armed-drones-by-police-after-lobbyist-gets-involved>, 2015. 8. 26

국내에서도 보안 및 감시와 관련하여 몇 가지의 드론활용 사례가 있으며, 그 중 GS건설, 대림산업, SK건설 등의 건설현장 활용 사례가 대표적이다. 이들은 아파트, 교각, 주택 등의 건설현장에 드론을 투입하여 측량, 촬영 등을 추진하고 있으며, 촬영된 이미지를 3차원으로 모델링하여 가상현실(VR; Virtual Reality) 장비를 통해 가시성 확보 및 건설 효율성을 높이고 있다고 한다.

²⁶⁾ Drone Life, <http://dronelife.com/2016/08/08/police-drones-multiply-across-globe>, 2016. 8. 8

〈그림 2-11〉 건설현장 드론 활용 사례



자료 : 디지털타임스, http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2016061402101176036001, 2016. 6. 14

또한 해외와 마찬가지로 경찰의 수색 지원, 공간 측량 등의 분야에 드론을 활용하고 있으며, 이러한 추세는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

〈그림 2-12〉 드론의 측량 및 경찰 수사 활용 사례



(LX공사 지적재조사)



(경찰 드론 수사)

자료 : (좌) 충북일보, <http://www.inews365.com/news/article.html?no=459764>, 2016. 8. 16

(우) 뉴스1, <http://news1.kr/articles/?2693613>, 2016. 6. 18

다. 안전 및 방제분야

드론은 안전 및 방제분야에서도 많이 활용되고 있다. 프랑스에서는 최근 문제가 되고 있는 말벌을 제거하기 위해 드론을 활용하고 있다. 특히 아시아 말벌이 큰 문제로, 10여 년 전 도자기에 실려서 프랑스에 유입된 것으로 추정되는데 최근 프랑스 전역으로 퍼져 큰 문제를 일으키고 있다고 한다. 이를 해결하기 위해 프랑스의 드론볼트라는 업체는 양봉업계와 협력하여 틸트 스프레이 시스템을 탑재하여 말벌집을 제거하는 드론을 개발하여 활용하고 있다.

〈그림 2-13〉 말벌집 제거 드론



자료 : Drone Volt Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=eAtwnfOz68o>, 2016. 1. 20

2016년 2월, 미국 네바다 주의 DRI(Desert Research Institute)는 DAX8이라는 드론을 이용하여 인공강우 실험을 하였다. 미국은 지난 60년 간 인공강우를 만들기 위해 헬리콥터를 주로 사용하였으나 작업자의 안전을 확보할 수 있도록 드론을 사용하는 실험을 추진하여 성공하였고, 이를 통해 비용 또한 절반으로 줄일 수 있었다고 한다. 이 외에도 중국에서는 파라호일이라 불리는 드론을 이용하여 스모그를 제거하는 실험을 하였으며, 미국 앨라배마 주에서는 2,100개나 되는 댐을 검사하기 위해 드론을 활용하는 과제를 추진하고 있다.

〈그림 2-14〉 DRI의 인공강우 드론



자료 : Mail Online, <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3575571/The-drone-make-RAIN-Cloud-seeding-UAV-makes-flight-Nevada-provide-relief-drought-stricken-state.html>, 2016. 5. 5

국내에서는 방제와 관련하여 농약 살포에 드론을 활용하고 있다. 파주에서는 특산품인 장단콩의 병충해 방제를 위해 3대의 드론을 투입하였고, 강진군에서도 벼의 병해충 방제를 위해 드론을 시연하였다.

〈그림 2-15〉 국내 방제분야 드론 활용사례



(파주 장단콩연구회 드론 활용)

(강진군 농약 살포 드론 활용)

자료 : (좌) 연합뉴스, <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2016/08/16/0200000000AKR20160816120500060.HTML>, 2016. 8. 16

(우) 무등일보, <http://www.honam.co.kr/read.php3?aid=1471273200500245064>, 2016. 8. 16

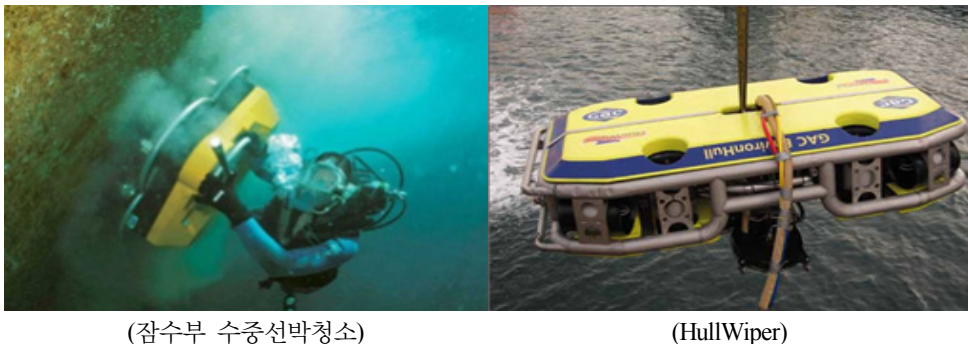
2016년 5월 28일, 29일 양일 간 고척돔에서는 ‘고! 드론 2016’ 행사가 진행되었으며, 드론과 관련된 다양한 시연이 실시되었다. 그중 국립산림과학원에서는 드론으로 구호물품과 진화장비를 가상 재난 지역에 수송하는 시연을 하였으며, 부산대는 해상 인명 구조용 드론을 개발하여 3~5m 높이에서 구명조끼를 투하하는 시연을 수행하였다. 이 외에도 다양한 드론 활용 시연을 선보여 드론의 활용 가능성에 대해 알렸다.

2) 해양수산 분야 드론 활용실태

가. 해운·항만·물류분야

해운·항만·물류분야에서도 몇 가지 드론 활용사례가 있다. 최근 머스크는 두바이 Jebel Ali 컨테이너터미널에서 기존 잠수부를 통해 수행하던 수중선박청소를 HullWiper라는 ROV(Remotely Operated Vehicle)를 이용하여 수행했다고 한다²⁷⁾. 일반적으로 수중청소는 사람이 직접 잠수하여 수행했으나 안전사고의 위험이 커서 관련 업계에서는 계속 큰 문제로 인식되고 있었다. 하지만 HullWiper는 무인으로 기동하고 고압의 해수를 이용하여 청소를 하고 있어 안전성, 환경성 모두 확보할 수 있다고 한다.

〈그림 2-16〉 수중선박청소 드론 활용사례

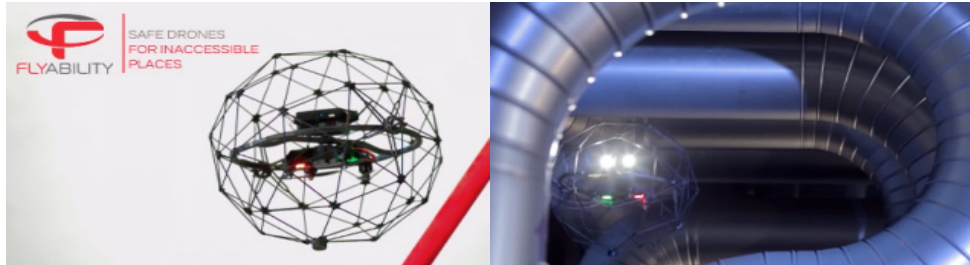


자료 : 글로벌 물류기술 통합정보시스템, 머스크, 드론을 이용한 선체 수중청소 수행, 2017. 1. 26

²⁷⁾ 글로벌 물류기술 통합정보시스템, 머스크, 드론을 이용한 선체 수중청소 수행, 2017. 1. 26

WorldCargo News에 따르면, 독일의 선박유지보수 전문업체인 RIMS(Robotica in Maintenance Strategies BV)는 밀폐된 공간의 검사를 위해 FLYABILITY사에서 제작한 Elios라는 드론을 활용하는 서비스를 개시하였다고 한다²⁸⁾. Elios는 드론 외부에 구 형태의 보호대를 설치함으로써 드론 본체를 보호하고 반대로 작업자도 프로펠러로부터 보호하는 드론이다. 이를 통해 RIMS는 기존 선박검사 대비 시간과 비용을 많이 절약할 수 있을 것으로 예상하고 있다.

〈그림 2-17〉 독일 RIMS의 선박검사 드론 활용사례



(FLYABILITY사의 Elios 드론)

(선박 내 드론 이동 모습)

자료 : Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=tHYM7k3QMnc>, 2017. 2. 8

나. 해양·수산분야

해외에서는 주로 USV(수상드론)나 UUV(수중드론)를 이용하여 해양·수산분야의 관측, 예찰 등을 많이 수행하고 있다²⁹⁾. 미국에서는 Teledyne, Blufin, Liberdate, Exocetus 등의 기업에서 수중드론을 개발하여 해양·수산분야에 활용하고 있으며, 조사뿐만 아니라 군사용의 목적으로도 사용하고 있다. 영국에서는 BAE, SMD, SEA EYE 등의 수중드론을 개발하여 석유시추, 선박 유지보수, 해양조사 등에 활용하고 있으며, 프랑스에서도 Alister, ALIVE, VICTOR ROV 등의 수중드론을 개발하여 활용하고 있다. 이외에도 유럽에서는 스웨덴, 노르웨이 등의 국가가 수중드론을 개발하여 다양한 연구에 활용하고 있으며, 이러한 수중드론의 활용 추세는 지속적으로 증가할 것으로 보인다.

²⁸⁾ WorldCargo News, November 2016

²⁹⁾ 최형식, 「수중드론 기술 현황 및 미래」, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20

아시아 국가 중에서는 일본, 중국, 우리나라가 수중드론과 관련되어 많은 연구를 수행하고 있다. 일본의 경우는 R1, S10, tantan, Urashima 등의 드론을 개발하여 석유시추, 해양관측 등에 활용하고 있으며, 중국은 자오룽, CR-01, Quianlong-1, ARV-A 등의 수중드론을 개발하여 활용하고 있다.

〈그림 2-18〉 해외 수중드론 개발현황



자료 : 최형식, 「수중드론 기술 현황 및 미래」, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20

국내에서는 국립수산물학원이 공중드론(UAV)을 많이 활용하고 있다. 국립수산물학원에서는 해양·수산 환경의 모니터링이나 조사를 위해 탐구 20호 등과 같은 시험조사선 또는 인공위성을 주로 이용하였으나 시간적, 공간적, 비용적인 문제로 인해 드론을 새로운 대안으로서 활용하고 있다. 특히 적조, 해파리, 부유성 해조류 등의 유해생물 모니터링과 갯벌 염생식물 분포상, 고래 생태 연구, 양식장 분포 현황 및 작황 상태 파악 등과 관련된 연구에 드론을 활용³⁰⁾하고 있으며, 기존 선박이나 육상에서는 볼 수 없는 넓은 면적을 자세히 관찰할 수 있어 훨씬 연구에 효율적이라고 한다. 국립수산물학원에서는 이외에도 채수가 가능하도록 제작한 다목적 드론도 개발하였으며, 이를 통해 드론이 감시, 예찰 목적 외에도 다양하게 활용될 수 있다고 한다.

〈그림 2-19〉 국립수산물학원 채수 드론 시연(2016. 11. 28)



자료 : 국립수산물학원 포토뉴스, 2016. 11. 30

³⁰⁾ <http://www.nifs.go.kr/bbs?id=insmaterial&flag=pre&boardIdx=2535&site=&gubun=A>, 2017.01.27.
해양수산부, ‘해양수산분야 무인기 활용가치 높아’(보도자료), 2016.11.29

최근 KBS 뉴스에서는 울릉도와 독도의 해저 조사를 위해 수상드론이 활용되고 있다고 보도하였다. 사용된 수상드론은 길이 3m, 무게 150kg로 정해진 좌표를 위성과 통신하여 바다 속 지형 변화를 수심 400m까지 측정할 수 있다고 하며, 태양광 에너지로 전력을 확보하고 수심에 잠겨 있는 수중 날개가 파도의 힘을 이용함으로써 드론을 움직인다고 한다.

〈그림 2-20〉 해저탐사 드론



자료 : KBS, ‘드론’의 진화...독도 해저도 탐사, 2016. 7. 23

또한 경북대학교 해양과학연구소 수중무인기 통합운용센터는 2016년 6월 말부터 7월 중순까지 약 한 달 동안 울릉도와 독도 간 해상에서 수중글라이더를 투하, 비행, 회수, 정비 등 여러 운용시험을 성공적으로 마쳤다³¹⁾. 경북대는 해양수산부와 경북도, 포항시의 지원을 받아 2014년부터 수중글라이더 운용시스템을 개발하였으며, 단거리(30km) 비행 등으로 검증한 운용 소프트웨어를 바탕으로 8일 동안 울릉도와 독도 왕복 구간인 150km 무인 비행에 성공하였다. 또한 반경 200m를 중심으로 연속 40시간 이상 머물며 수직 관측을 수행하도록 제어하는데도 성공했다고 한다.

31) 연합뉴스, <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2016/08/11/0200000000AKR20160811150700053.HIML2input=1195m>, 2016. 8. 11

〈그림 2-21〉 울릉도-독도 간 무인 수중글라이더

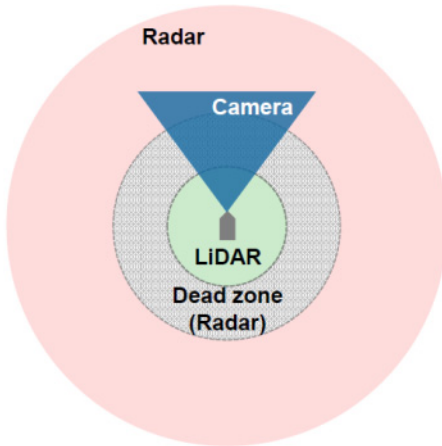


자료 : 연합뉴스, 경북대, 울릉도-독도 해상 수중글라이더 운용실험 성공, 2016. 8. 11

카이스트 김진환 교수는 수상드론의 자율화 기술을 개발하면서 다양한 분야에 수상드론을 활용하였으며³²⁾ 수상에 있는 교각 검사 등에 적용하고 있다. 김진환 교수는 레이더와 카메라, 라이다, 항법장치(GPS, INS 등) 등의 센서기술이 커버할 수 있는 인식 대상과 범위가 다르기 때문에 이를 복합적으로 적용한 항법기술을 개발하였으며, 이를 이용하여 실시간으로 주변을 인식하고 자기의 위치를 파악함으로써 자율적으로 운항할 수 있는 수상드론을 개발하였다. 최근에는 수상에 있는 교각, 해양구조물 등의 검사에 활용하는 테스트를 수행하였으며, 앞으로 다양한 분야에서 수상드론이 활용될 것으로 전망하고 있다.

³²⁾ 김진환, 「무인수상선 자율화 기술 개발 및 응용」, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20

〈그림 2-22〉 센서기술의 인식범위 및 수상드론 적용 사례



(레이다, 카메라, 라이다의 인식 범위)

(교각, 해양구조물 검사 사례)

자료 : 김진환, 무인수상선 자율화 기술 개발 및 응용, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20

제3절 드론 개발 및 관련 인프라 실태

1. 개요

한국과학기술기획평가원의 2015년 자료를 산업연구원이 재정리한 자료³³⁾에 따르면, 우리나라 드론(무인이동체) 관련 기술수준은 2014년 기준으로 공중드론(지능형 무인 비행체기술)은 4.8년, 육상드론(스마트 자동차기술)은 3.8년으로 최고기술 선진국 대비 80%정도 수준으로 조사되었다.

해양·수산분야에 주로 적용되는 수중드론과 수상드론에 대해서는 아직 기술수준에 대해 발표된 자료는 없으나 많은 전문가들은 공중드론과 육상드론의 수준과 비슷할 것으로 예상하고 있다.

³³⁾ 산업연구원, 「무인이동체산업의 국내 역량분석 및 정책방향 - 드론 및 자율주행차를 중심으로」, 2016. 5

〈표 2-10〉 우리나라 드론(무인이동체) 관련 기술수준

단위 : %, 년

기술명	최고 기술국		기술수준 그룹		기술수준			기술격차		
	2012	2014	2012	2014	2012	2014	증감	2012	2014	증감
스마트 자동차기술	미국	미국	추격	추격	78.3	78.9	0.6	4.7	3.8	-0.9
지능형 무인 비행체기술	미국	미국	추격	선도	78.7	80.2	1.5	5.5	4.8	-0.7
지능형 물류체계 기술	미국	미국	추격	선도	79.3	80.8	1.5	3.9	3.3	-0.6
지능형 교통시스템기술	미국	미국	추격	추격	76.2	78.4	2.2	5.2	4.3	-0.9

자료 : 한국과학기술기획평가원, 2014년 기술수준평가 / 산업연구원 재정리

본 절에서는 우리나라 드론 관련 개발 현황 및 인프라를 조사하였다. 먼저 드론이 활동하는 공간적인 영역에 따라 공중드론, 육상드론, 수중드론, 수상드론으로 구분하여 관련 개발 현황을 조사하였으며, 다음으로 드론개발 기관 및 기업, 정책 및 예산 등의 드론 개발 관련 인프라를 조사하였다.

2. 국내 드론 개발 현황

1) 공중드론

우리나라의 대표적인 공중드론 연구소는 한국항공우주연구원(KARI)이라 할 수 있다. KARI³⁴⁾에서는 대기가 희박한 고고도에서 태양 에너지만으로 비행이 가능한 무인기를 개발하고 있으며, 수직이착륙 및 고속비행이 가능한 틸트로터 스마트무인기(TR-100)도 개발하였다. 이 외에도 유인 항공기를 무인으로 바꿀 수 있는 유·무인 혼용항공기 OPV 기술과 세계적으로 활발한 연구가 진행 중인 무인기 충돌회피 시스템 등을 개발하고 있어 국내 공중드론 관련 기술개발에 큰 기여를 하고 있다.

34) 한국항공우주연구원 홈페이지, <http://www.kari.re.kr>, 2017. 2. 8

〈표 2-11〉 한국항공우주연구원 공중드론 기술 개발 현황

기술명	소개
고고도 장기체공 전기동력 무인기 (EAV)	• 지상 12km 이상의 성층권 고도에 장기체공 가능한 무인기로 실시간으로 정밀지상관측, 통신 중계 등 저궤도 인공위성을 보완하는 다양한 임무를 수행 가능 • 2010년 EAV-1을 시작으로 2015년 EAV-3 등 총 4가지의 무인기 개발 
고속 수직 이착륙 무인기	• 미국에 이어 세계 두 번째로 개발에 성공한 틸트로터 항공기로 산악 지형과 삼면이 바다로 둘러싸여 활주로를 확보하기 어려운 국내 환경에 적합한 비행기 • TR-100을 개발하였으며, 현재는 실용화 모델인 TR-60을 개발 중 
무인기 충돌회피 시스템	• 기존 유인 항공기를 무인기로 바꿔 사용할 수 있는 기술로 정밀위치·변위·자세 센서, 통신시스템, 계기 및 엔진데이터 인터페이스 등을 장착해 정밀한 비행시험이 가능 
무인기 충돌회피 시스템	• DMM(Digital Moving Map) 및 탑재센서 기반 장애물 충돌회피 기술, 합성영상·가상현실 기능을 보유한 조종 장치를 개발하여 소형 무인기에 적용할 계획

자료 : 한국항공우주연구원 홈페이지, <http://www.kari.re.kr>, 2017. 2. 8

국내에는 아직 큰 시장이 형성되어 있지 않고 관련 산업 생태계도 부재한 상황³⁵⁾이라 드론 연구개발이 활발히 추진되고 있지는 않다. 하지만 최근에는 유콘시스템, X-Drone, 성우, 네스엔텍, 카스콤 등의 중소기업뿐만 아니라 대한항공, KAI, 한화테크윈 등의 중견/대기업에서도 공중드론에 대한 연구개발을 추진하고 있어 점차 드론 개발이 활발해질 것으로 예상되고 있다.

〈표 2-12〉 국내 기관별 공중드론 개발 현황

기관/ 기업명	개발 공중드론	
	KUS 시리즈	
대한항공		
유콘 시스템	EmoEye	티로터
		
	멀티로터	에어로스탯
		
X-Drone	XD 시리즈	
		

35) 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술로드맵」, 2015. 10

〈표 2-12〉 국내 기관별 공중드론 개발 현황(계속)

기관/ 기업명	개발 공중드론	
	FORZE	VIVACE
ADE		

자료 : 미래창조과학부 융합연구정책센터, 무인이동시스템 기술로드맵, 2015. 10 / 각 사 홈페이지

특히 국내 기업들은 드론의 이동거리, 적재중량, 가용시간, 안전성 등의 한계를 극복하기 위해 다양한 연구를 추진하고 있다. 최근 이러한 한계를 해결한 드론들이 소개되고 있으나 아직까지 기술적인 성숙도가 낮고 또한 비용이 비싸다는 등의 문제가 남아 있다.

2) 육상드론

육상드론(자율주행자동차 포함)과 관련된 기술은 구글이 선도적으로 개발을 시작했지만, 최근에는 벤츠, 볼보, 아우디, BMW, 도요타 등 대부분의 글로벌 완성차 업체들이 2020년부터 자율주행자동차 발매를 목표로 관련 기술개발을 추진하고 있다³⁶⁾. 국내 자율주행자동차 기업의 수준은 선진국에 비해 뒤쳐진 편이며, 특히 핵심 부품 또한 수입에 의존하고 있어 관련 기술개발 추진이 필요하다.

국내 육상드론 관련 대표 연구기관은 한국과학기술연구원(KIST)으로 레이저 센서를 이용하여 도로 인식이 가능한 시큐로를 비롯하여 위험물 제거용 궤도형 육상드론인 ROBHAZ 등을 개발하였다.

³⁶⁾ 산업연구원, 「무인이동체산업의 국내 역량분석 및 정책방향 - 드론 및 자율주행차를 중심으로」, 2016. 5

〈그림 2-23〉 KIST의 ROBHAZ 육상로봇



자료 : 한국과학기술연구원 홈페이지, <http://www.kist.re.kr>

육상드론도 공중드론과 마찬가지로 아직 시장이 형성되지 않아 연구개발이 많이 진행되고 있지는 않지만 최근 자율주행자동차에 대한 관심이 많아지면서 관련 기술개발을 추진하는 기업들이 늘어나고 있다. 육상드론을 개발하고 있는 기업으로는 KIST와 공동으로 ROBHAZ를 개발한 유진로봇을 비롯하여 한화테크윈, 한울로보틱스, 엔티렉스, LIG 넥스원 등이 있으며, 최근에는 자율주행자동차와 관련하여 현대자동차, 기아자동차, 만도 등에서 관련 기술개발을 추진하고 있다.

〈표 2-13〉 국내 기관별 육상드론 개발 현황

기업명	개발 육상드론	
	STAR 시리즈	
한화 테크윈		• 4륜 독립구동, 독립조향이 가능한 차륜형 무인이동체로 STAR-1, STAR-2, STAR-M, STAR-S의 시리즈를 개발
	탱크로봇	
한울 로보틱스		• 폭발물 제거, 화학무기 탐지, 수색, 정찰 매복 등 군사 작전 및 화재 진압과 같은 극한 작업을 위한 궤도형 무인이동체
	AstroBoyS 및 NT-Giant I	
엔티렉스		• 다양한 환경에 대비한 차륜형, 4륜 궤도형, 2륜 궤도형 무인이동체 개발

자료 : 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술로드맵」, 2015. 10

현대자동차에서는 계열사인 2013년 현대모비스의 지능형운전보조시스템을 개발하던 팀을 확장하여 자율주행 기술개발을 전담하는 융합시스템연구팀을 신설하였고 2018년까지 자율주행 관련 부품을 만들어 양산에 나선다는 계획을 가지고 있다. 2015년 3월에는 신형 제네시스 자동차에 연구용으로 탑재한 혼잡 구간 주행지원시스템을 공개 시연하였다. 2016년 3월에는 자율주행차 1호를 실제도로에서 주행시키고 있으며, 2016년 12월에는 아이오닉 자율주행차를 미국 라스베이거스에서 도심 주행하는데 성공했다. 현대자동차는 최근 LG전자, 삼성전자, 네이버 등과 함께 산업통상자원부 주관의 자동차 융합 얼라이언스에 동참했다.

기아 자동차는 2016년 CES에 쏘울EV 자율주행자동차를 전시하였으며, 독자 기술로 개발된 고속도로 자율주행, 도심형 자율주행, 혼잡구간 주행지원, 비상 시 갓길 자율정차 등의 자율주행 기술들을 탑재했다. 2015년 12월에는 미국 네바다주에서 고속도로 자율주행 면허를 취득했으며, 2016년 1월 초에는 기자단을 대상으로 진행된 시승회에서 완전 자율주행 시연에 성공했다.

이 외에도 만도, 현대모비스, 삼성전자, 네이버랩스 등에서 자율주행 관련 기술을 개발하고 있으며, 이러한 기술들을 활용한다면 육상드론 기술력 또한 증가할 것으로 예상된다.

〈표 2-14〉 국내 기관별 자율운행자동차 개발 현황

기관/기업명	개발 자율운행자동차
현대 자동차	아이오닉 자율주행자동차
	
기아 자동차	쏘울EV 자율주행자동차
	

자료 : 연합뉴스, 현대차, ‘자율주행 개발 박차... 조직 신설·전문가 영입’, 2017. 2. 13 /
기아자동차 홈페이지, <http://www.kia.ac.kr>

3) 수중드론

국내의 수중드론 관련 연구개발은 한국해양과학기술원(KIOST)과 선박해양플랜트연구소(KRISO), 한국로봇융합연구원(KIRO) 등의 연구소를 비롯하여 서울대학교, 한국해양대학교 등의 대학교, 한화시스템, LIG 넥스원 등의 기업에서 주로 수행되고 있다.³⁷⁾

KRISO는 우리나라 수중로봇 연구의 핵심기관으로 해미래, 크랩스터, 이심이 등의 수중드론을 개발해오고 있다. 특히 최근 개발된 이심이6000은 최대 심도가 6,000m이고 최대 속도가 4노트로 2009년 개발된 이심이100을 개선한 AUV(Autonomous Underwater Vehicle) 타입의 수중드론이다.

KIOST는 우리나라 최고의 해양기초연구원으로 수중건설로봇, 수공 양형드론 등을 개발하고 있다. 최근에는 한국형 무인 수중 글라이더를 개발하였으며, 속도 2.5노트로 움직이며 부력제어에 의해 추진된다.

KIRO는 최근 수중로봇과 관련되어 활발히 연구하고 있는 연구소로 하수관 청소용인 PIRO-U3, 해양탐사, 감시 등을 위한 P-SURO, 원격조종 및 자율주행이 병행 가능한 P-SURO II 등을 개발하였다.

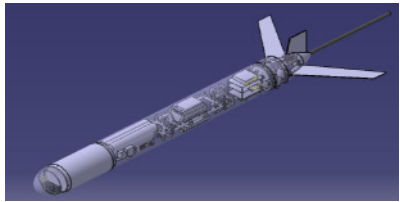
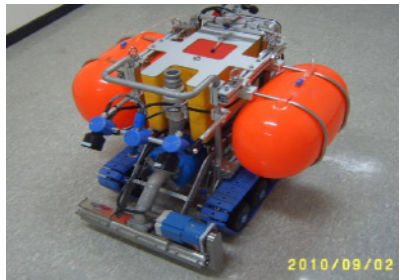
한국해양대학교에서는 AUV의 기능을 가지고 있는 하이브리드 글라이더인 HUG와 최대 수심이 200m이고 호버링이 가능한 AUV인 HAUV, 그리고 Mass Shift를 이용한 피치 제어가 가능하고 센서 퓨전 방법을 적용하여 연근해 탐사가 가능한 KAUV-1 등을 개발하였다.

대표적인 수중드론 개발 기업인 한화시스템에서는 군사목적으로 드론을 개발하였으며, 기뢰 제거용 Mine Killer, 수중 탐색용 BOTO, HW200 등을 개발하였다.

살펴본 바와 같이 해양·수산분야의 수중드론 개발과 관련하여서는 여러 기관과 기업에서 추진 중에 있으며, 향후 더 많은 수중드론 개발이 진행될 것으로 전문가들은 내다보고 있다.

37) 최형식, 「수중드론 기술 현황 및 미래」, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20

〈표 2-15〉 국내 기관별 수중드론 개발 현황

기관/ 기업명	개발 수중드론	
	이십이	이십이100
KRISO		
	이십이6000	
		
KIOST	한국형 무인 수중 글라이더	
		
KIRO	PIRO-U3	P-SURO
		
	P-SURO II	
		

〈표 2-15〉 국내 기관별 수중드론 개발 현황(계속)

기관/ 기업명	개발 수중드론	
	HAUV	KAUV-1
한국해양 대학교		
한화 시스템	Mine Killer	HW200
		

자료 : 최형식, 수중드론 기술 현황 및 미래, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20

4) 수상드론

수상드론은 수중드론에 비해 많은 기술력을 요하지 않기 때문에 동체 개발과 관련된 연구는 많이 추진되고 있지는 않다. 다만 수상에 있는 선박, 장애물들을 인식하고 이를 피하기 위한 인식 및 회피 기술을 개발하거나 수상만이 아닌 공중으로도 이동이 가능한 복합형 드론 동체를 개발하는 등 몇 가지 관련 연구가 추진되고 있다.

최근 한국해양과학기술원에서는 공중과 수상에서 모두 기동되는 수공양용드론을 개발하였다. 이 드론은 바다 위 목표 지점까지 공중으로 날아간 뒤 수상/수중에서 감시 및 정찰을 수행하고 다시 공중으로 복귀할 수 있도록 개발되었다. 아직 배터리 사용시간 때문에 공중에서 15분, 수중에서 15분, 총 30분가량 작동할 수 있어 이를 2시간 이상 늘리기 위해 계속 연구중이라고 한다.

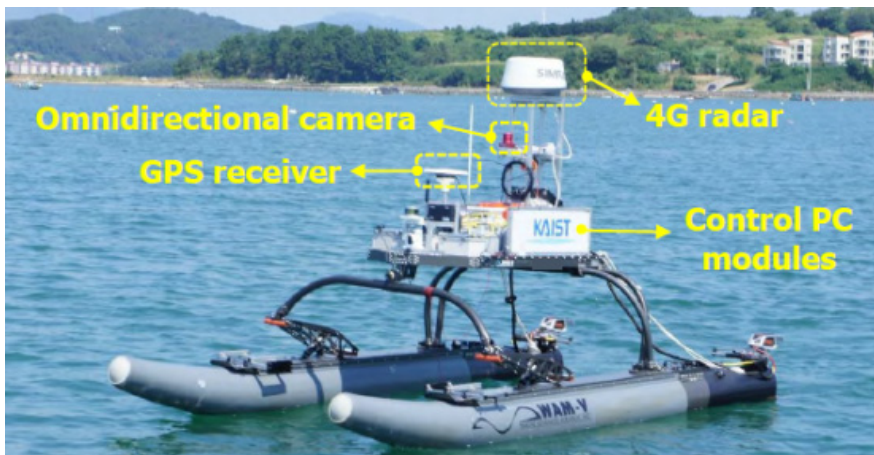
〈그림 2-24〉 한국해양과학기술원의 수공양용드론



자료 : 전자신문, ‘공중·물속 자유자재 이동 드론... 해양과학기술원 개발’, 2016. 12. 7

수상드론의 자율화와 관련하여서는 카이스트 김진환 교수 연구팀에서 연구를 진행하고 있으며, 현재 레이더, 카메라, 라이다, 항법장치(GPS, INS 등) 등의 센서기술을 통합하여 인식률을 높이는 연구를 진행하고 있다. 최근에는 거제 대교 아래의 바다에서 주변 선박, 장애물을 인식하고 이를 회피하며 이동하는 실험을 성공적으로 수행했다고 한다.

〈그림 2-25〉 카이스트 김진환 교수 연구팀의 수상 드론



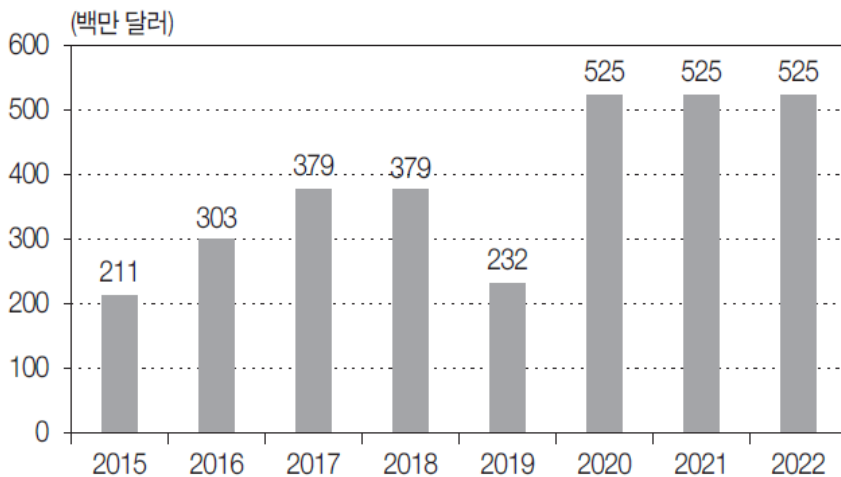
자료 : 김진환, 「무인수상선 자율화 기술 개발 및 응용」, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20

3. 국내 드론 개발 인프라

산업연구원의 보고서에 따르면 국내 드론 전문 업체들은 규모가 영세한 편이며, 주로 통신서비스 업체와 전자업체에서 드론 관련 투자를 추진 중³⁸⁾이라고 한다. 그러나 대부분의 국내 업체들은 메인 컨트롤러, 모터 등의 주요 부품을 중국에서 수입하여 제품을 생산하기 때문에 가격과 기술 경쟁력 모두 중국에 비해 떨어지고 있는 상황이다.

또한 국내 드론시장은 2015년 2억 1,100만 달러에서 2020년 5억 2,500만 달러로 2배 이상 증가할 것으로 예상되고는 있지만 대부분 군용이어서 국내 드론 전문 업체들이 체감할만한 수요는 발생되지 않을 것으로 예상된다³⁹⁾.

〈그림 2-26〉 드론 국내 시장 규모 전망



자료 : Teal Group, 2015 / 산업연구원, 「무인이동체산업의 국내 역량분석 및 정책방향 - 드론 및 자율주행차를 중심으로」, 2016. 5

³⁸⁾ 산업연구원, 「무인이동체산업의 국내 역량분석 및 정책방향 - 드론 및 자율주행차를 중심으로」, 2016. 5

³⁹⁾ Teal Group, 2015

정부의 규제 또한 국내 드론 시장 활성화에 영향을 미치고 있다. 한국항공우주연구원 박종혁 박사의 발표⁴⁰⁾에 따르면, 초경량비행장치의 안전성인증 면제 대상과 비행제한구역 비행승인 면제 범위를 기존 12kg 이하에서 25kg 이하로, 비행제한구역에서 비행승인기간을 30일 내에서 6개월 내로 변경하는 등 무인비행장치 규제를 완화하고 있다. 하지만 현행 전파법에서는 통신주파수에 따라 통신 거리를 제약하고 있어 해상과 같이 넓은 범위에서의 드론을 활용하기 위해서는 많은 어려움이 따르고 있다.

드론 산업 활성화를 위한 정책 또한 많지 않아 이러한 시장의 한계, 규제 완화 등의 문제를 해결하는데 많은 어려움이 따르고 있는 것이 현실이다. 최근 정부에서는 이러한 문제를 인식하고 관련된 정책을 추진하고는 있지만 해외에 비해 아직까지 관련 정책이 미비하다는 의견이 많다.

그럼에도 불구하고 우리나라는 학계와 기업을 중심으로 드론산업을 활성화하기 위해 기술개발을 통한 시장 확대 및 해외 시장 진출을 목표로 많은 투자를 하고 있다. 국가에서도 관련 정책을 추진하여 학계와 기업의 연구를 지원하기 위해 노력하고 있다. 본 절에서는 이러한 드론 관련 기술개발 인프라, 즉 개발 기관 및 기업, 정책 및 예산 등에 대해 조사하였다.

1) 개발 기관 및 기업

미래창조과학부 융합연구정책센터의 연구⁴¹⁾에 따르면 국내에는 무인항공기 개발 기관 및 기업이 다수 있는 것으로 조사되었다. 항공기 개발업체인 한국항공우주산업주식회사(KAI)를 비롯하여 한국항공우주연구원(KARI), 그리고 대기업인 대한항공, 한화테크윈 등도 드론 개발을 하고 있는 것으로 조사되었다. 이외에도 대표적인 국내 드론 개발 기업인 유콘시스템, 엑스드론, 퍼스텍을 포함하여 많은 기업들이 드론 개발에 참여하고 있다. 아래의 표에서 볼 수 있듯이

40) 박종혁, 「드론산업의 최근 국내정책과 각종 규제관련 분석 및 활성화 방안」, 드론본체/요소기술, 부품 및 서비스산업 최신분석과 신산업 모색 세미나, 2016. 8. 24

41) 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술로드맵」, 2015. 10

대부분의 기관/기업들은 회전익이나 고정익 형태의 드론을 많이 개발하고 있으며, 회전익과 고정익의 한계를 상호 보완한 틸트로터형과 비행선형은 KARI와 유콘시스템 등에서 개발 중에 있다.

〈표 2-16〉 국내 기관/기업별 공중드론 개발 현황

기관 /기업명	드론 형태별 개발제품명			
	회전익형	고정익형	틸트로터형	비행선형
KAI	-	RQ-101 	-	-
KARI	-	EAV 시리즈 	TR-100, TR-60 	-
대한항공	KUS-KHD / VH 	KUS 시리즈 	-	-
유콘 시스템	리모콥터, 티로터 	RemoEye 시리즈 	-	Aerostat 
네스엔텍	ARIS Beetle 	ARIS Spike 	-	-
카스콤	Afox 시리즈 	-	-	-
엑스드론	XD 시리즈 	XD-SKY 	-	-
한화 테크윈	HDA-05A 	-	-	-

자료 : 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술로드맵」, 2015. 10 / 각 사 홈페이지

육상드론(육상 무인이동체)은 한국과학기술연구원(KIST), 한화테크윈, 한울로보틱스, 엔티렉스 등에서 기술개발을 진행 중이라고 하며⁴²⁾ 아래의 표에서 볼 수 있듯이 개발된 대부분의 육상드론이 정찰, 감시, 위험물 제거 등의 군사용으로 아직까지 일반 용도의 육상드론 개발은 많지 않은 것으로 조사되었다.

〈표 2-17〉 국내 기관/기업별 육상드론 개발 현황

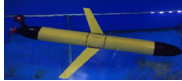
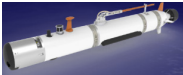
기관/기업명	육상드론 형태별 개발제품명 및 주요특징	
KIST	ROBHAZ  궤도형 무인이동체로 탐사, 정찰, 경계, 위험물 제거 등 재난현장에서 임무 수행	시큐로  레이저 센서를 통해 도로의 연석을 탐지함으로써 지정된 경로를 스스로 주행하는 궤도형 무인이동체
한화테크윈	STAR 시리즈  궤도형 무인이동체로 탐사, 정찰, 경계, 위험물 제거 등 재난현장에서 임무 수행	4륜 독립구동, 독립조향이 가능한 차륜형 무인이동체로 STAR-1, STAR-2, STAR-M, STAR-S의 시리즈를 개발
한울로보틱스	MR330(중형 폭발물 처리)  중형급 폭발물 처리 임무 수행을 위해 카메라 및 로봇팔 등 장착	MR300(화생방 정찰 로봇)  화생방 및 방사능 측정장치를 탑재하여 정찰 임무 수행
LIG 넥스원	PUGV 	사람의 접근이 어려운 특수환경에서 원격으로 조작하여 감시정찰 및 위험물 제거 임무를 수행할 수 있는 로봇으로 휴대가 가능하도록 소형으로 개발

자료 : 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술로드맵」, 2015. 10 / 각 사 홈페이지

42) 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술로드맵」, 2015. 10

수중 및 수상드론은 선박해양플랜트연구소(KRISO), 한국해양과학기술원(KIOST), 한국로봇융합연구원(KIRO), 한국해양대학교, 한화시스템, LIG 넥스원 등에서 개발하고 있는 것으로 조사되었다. 아래의 표에서 볼 수 있듯이 대부분의 기관/기업들은 ROV나 AUV 형태의 드론을 많이 개발하고 있으며, 공중드론과 수중드론의 기능을 모두 가지고 있는 수공드론도 KIOST에 의해 개발되고 있다.

〈표 2-18〉 국내 기관/기업별 수중 및 수상드론 개발 현황

기관/기업명	드론 형태별 개발제품명			
	ROV	AUV	글라이더	기타
KRISO	-	이십이 시리즈 	-	-
KIOST	해미래 	-	-	수공드론 
KIRO	P-SURO II 	-	-	-
한국해양대학교	HAUV 	KAUV-1 	HUG 	-
한화그룹	-	HW200 	-	-
LIG 넥스원	Nex1 AUV 	-	-	-

자료 : 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술로드맵」, 2015. 10 / 최형식, 「수중드론 기술 현황 및 미래」, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20 / 각 사 홈페이지

육상드론의 경우 대부분 군용이라 자세한 스펙을 공개하지 않아 제외하였고 나머지 공중드론, 수중 및 수상드론에 대한 성능은 각 사 홈페이지 및 관련 자료들을 통해 다음의 표들과 같이 정리하였다.

〈표 2-19〉 국내 공중드론 성능 분석

구분	기관/기업명	제품명	형태	이동거리 (m)	수직거리 (m)	운용시간 (분)	적재하중 (kg)	기타
공중 드론	KAI	RQ-101	고정익	80,000	4,500	360	85	-
	KARI	EAV-3	고정익	-	18,500	540	13	-
		TR-100	틸트로터	200,000	-	300	90	-
	대한항공	KUS-KHD	회전익	-	-	120	6	하이브리드 엔진 탑재
		KUS-9	고정익	60,000	-	-	-	-
	유콘 시스템	리모콥터-015	회전익	-	-	40	15	-
		티로터-030	회전익	-	50	600	2	유선케이블로 전원 공급
		RemoEye-006	고정익	15,000	-	120	6.5(이륙중량)	-
		Aerostat	비행선	-	2,000	14,400	300	-
	네스엔텍	ARIS Beetle-OCTO	회전익	4,000	500	20	3	-
		ARIS Spike	고정익	10,000	500	60	3	-
	카스콤	Afox-1c	회전익	-	-	15	5	-
	엑스드론	XD-X8S	회전익	10,000	3,000	40	10	-
		XD-SKY	고정익	80,000	2,500	80	1.5	-
	한화테크윈	HDA-05A	회전익	500	50	-	5	-

자료 : 각 사 홈페이지

〈표 2-20〉 국내 수중 및 수상드론 성능 분석

구분	기관/기업명	제품명	형태	이동거리 (m)	최대심도 (m)	운용시간 (분)	적재하중 (kg)	속도 (kts)	기타
수중 및 수상 드론	KRISO	이십이	AUV	10,000	100	-	20(중량)	6	-
	KIOST	해미래	ROV	-	6,000	-	200	1.5	
		수공드론	수공양형	-	40	120(공중), 2880(수상)	4.8(중량)	-	목표사양
	KIRO	P-SURO II	ROV	-	100	-	20	-	자율주행 가능
	한국해양 대학교	HAUV	ROV	-	200	-	-	-	ROV, AUV로 모두 활용가능
		KAUV-1	AUV	-	100	2	21.5(중량)	5	-
		HUG	글라이더	-	200	-	-	1.5m/s	-
	한화그룹	HW200	AUV	-	200	-	-	7	장애물 회피 기능
	LIG 넥스원	LIG NEX1 AUV	AUV	-	-	-	-	7	-

자료 : 최형식, 수중드론 기술 현황 및 미래, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20 / 각 사 홈페이지

2) 관련 정책 및 예산

우리나라는 드론 산업의 육성을 위해 지난 2016년 미래창조과학부, 국방부, 해양수산부 등 10개의 부처에서 공동으로 ‘무인이동체 발전 5개년 계획(안)⁴³⁾’을 발표하였다. 본 계획은 2015년 5월 국가과학기술자문회의 보고에서 발표된 ‘무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략’의 후속조치로, 향후 5년간의 세부 추진계획을 종합하여 관계부처 합동으로 본 계획을 수립·추진하기 위해 발표되었다.

본 계획의 목표는 ‘무인이동체 기술력 확보를 통해 세계 시장 진출기반을 마련’하는 것으로 국내 무인기(공중드론) 기술력을 2015년 7위에서 2020년 5위로, 자율주행차(육상드론) 기술력을 5위에서 4위로, 무인해양(수중/수상드론) 기술수준을 선진국 대비 66%에서 80%로 향상시키는 세부목표를 가지고 있다. ‘무인이동체에 대한 통합적 접근’, ‘분야별 생태계 조성을 통한 시장경쟁력 제고’, ‘효율적 추진체계 구축’ 등의 3가지 전략을 포함하고 있으며, 각 전략별로 3~4개의 추진과제를 도출하여 총 11개의 추진과제를 가지고 있다. 또한 11개의 추진과제별로 세부과제를 구분하여 각 부처별로 추진계획을 수립하였으며, 총 77개의 세부과제가 현재 추진되고 있거나 추진될 예정으로 있다.

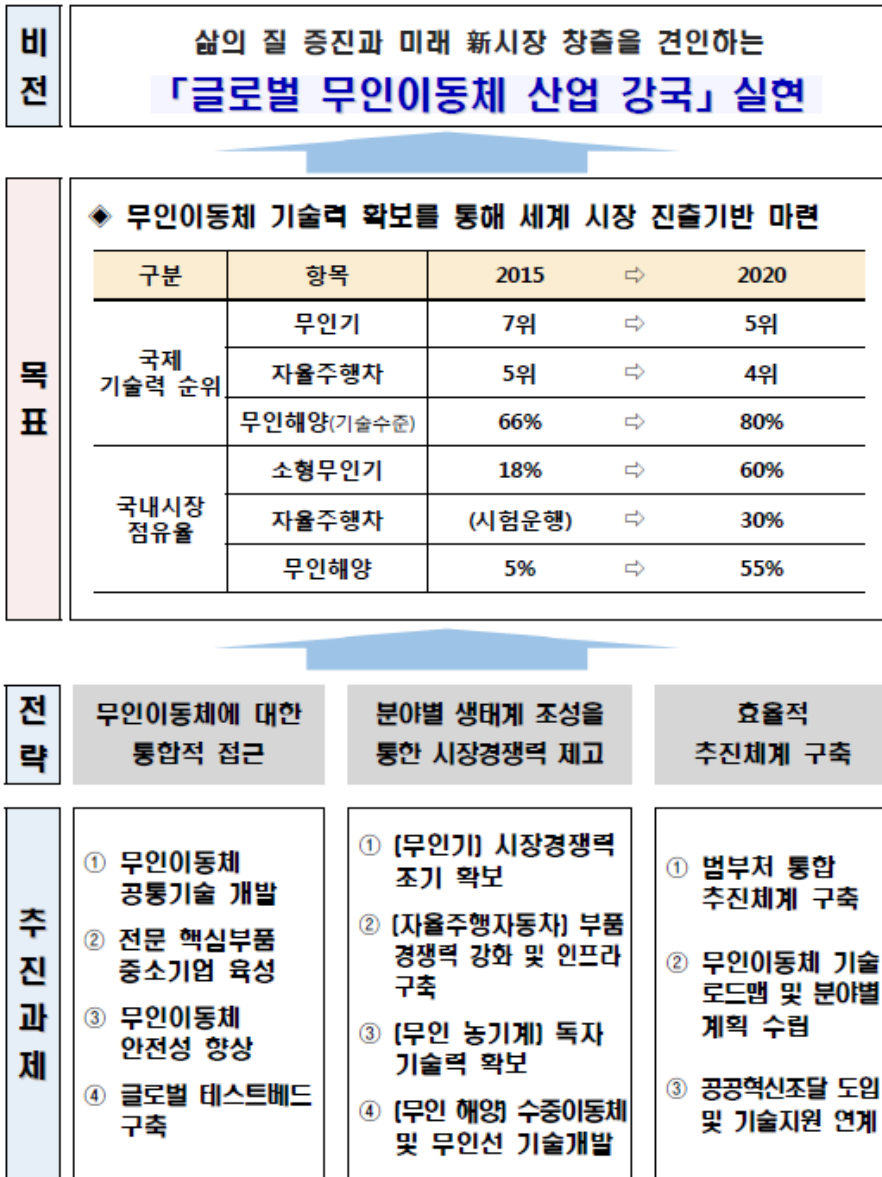
특히 본 계획에는 공중 및 육상드론 뿐만 아니라 수중드론과 관련하여 ‘수중이동체 및 무인선 기술개발’을 포함하고 있어 수중드론에 대한 연구개발도 함께 추진되는 것으로 계획되어 있다. 또한 육·해·공 무인이동체의 통합 운용을 위한 다부처 참여 선도 프로젝트를 추진하는 것으로 계획하고 있으며, 항공 및 해양⁴⁴⁾, 육상 및 항공⁴⁵⁾ 등을 통합하는 관련 운용체계 및 핵심기술개발을 추진할 예정이다.

43) 관계부처합동, 무인이동체 산업활성화 및 일자리 창출을 위한 「무인이동체 발전 5개년 계획(안)」, 2016.06

44) 고신뢰성 다종 무인이동체 통합운용체계 구축(‘15~’20, 국토/미래/해수부, 493억원)

45) 무인이동체 미래선도 핵심기술개발(‘16~’18, 미래부)

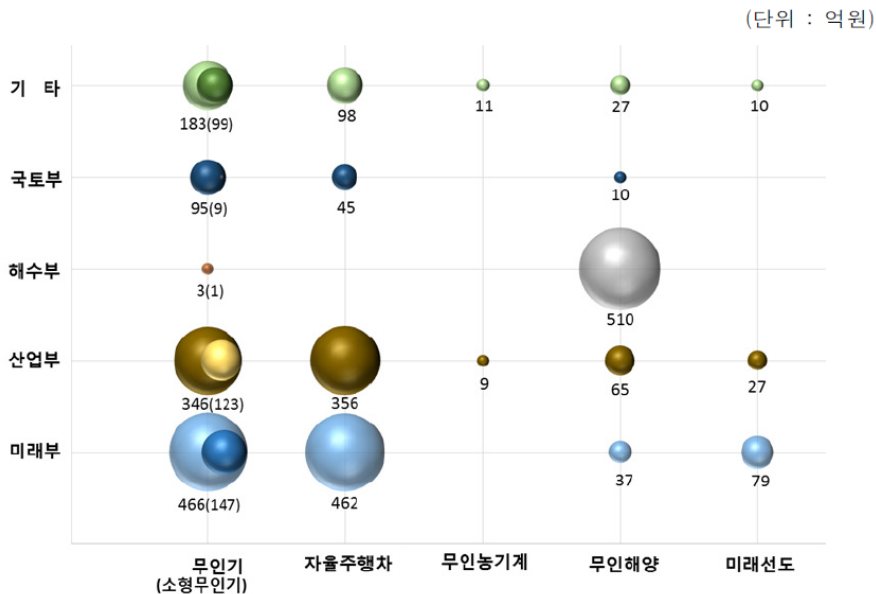
〈그림 2-27〉 무인이동체 발전 5개년 계획 비전 및 목표



자료 : 관계부처합동, 무인이동체 산업활성화 및 일자리 창출을 위한 「무인이동체 발전 5개년 계획(안)」, 2016.06

본 ‘무인이동체 발전 5개년 계획(안)’에 따르면 정부는 최근 4년(‘12~’15)간 무인이동체 분야 예산을 연평균 26%씩 증가시켜 총 2,840억 원(국방분야 제외)을 투자하였다. 부처별로는 미래부가 1,044억 원으로 가장 많았고 다음으로 산업부 803억 원, 해수부 513억 원 등의 순서로 투자가 많았다.

〈그림 2-28〉 무인이동체 정부 R&D 투자 현황(2012~2015)



자료 : 관계부처 합동, 무인이동체 산업활성화 및 일자리 창출을 위한 「무인이동체 발전 5개년 계획(안)」, 2016.06

제3장 드론활용 확대를 위한 수요조사

제1절 개요

해양수산분야 드론활용 확대를 위해서는 드론의 역할이 가능한 다양한 현장의 문제점을 기반으로 한 드론활용 수요조사가 필수적이다.

따라서 동 연구에서는 우선적으로 해양, 수산, 해운, 항만물류 등 분야별로 드론을 활용할 수 있는 현장수요, 즉 조사, 건설, 감시, 검사, 통신, 관측, 운송, 정보수집, 검사 등 업무활동에 발생하는 문제점을 전문가들의 집단면접을 통해 조사한다.

2차적으로는 조사된 업무활동 중 각종 문제점과 해결해야 할 사안들에 대하여 드론의 역할에 부합되는 지 여부를 판단하게 된다.

3차적으로는 각 수요자들을 대상으로 실제 적용분야에서 드론을 목적하는 바대로 활용하기 위한 요구성능을 조사한다.

마지막으로 2차 및 3차에서 도출된 요구사항과 기술적 실현가능성을 기반으로 도출된 적용분야 중 기존 드론기술을 활용할 수 있는 사업화 과제와 현재의 기술수준으로는 바로 실현이 어려워 추가적인 기술개발이 요구되는 과제로 구분, 정리한다. 또한 기술개발이 요구되는 과제 중 배터리 기술 등 이미 타분야에서 개발이 수행되고 있거나 지속적으로 개선될 것으로 기대되는 기술은 동 연구에서는 기술개발 과제가 아닌 장기 사업화 과제로 분류한다.

이와 같이 해양, 수산, 해운, 항만물류 부문에서 발굴된 대상과제들은 추후 우선추진순위 선정과정을 거쳐 추진 시기에 따라 로드맵 수립에 반영하게 된다.

〈그림 3-1〉 해양수산 드론활용 과제도출 과정



제2절 분야별 드론활용 수요조사

1. 드론활용 적용분야 조사(1차 조사)

1) 해양·수산분야

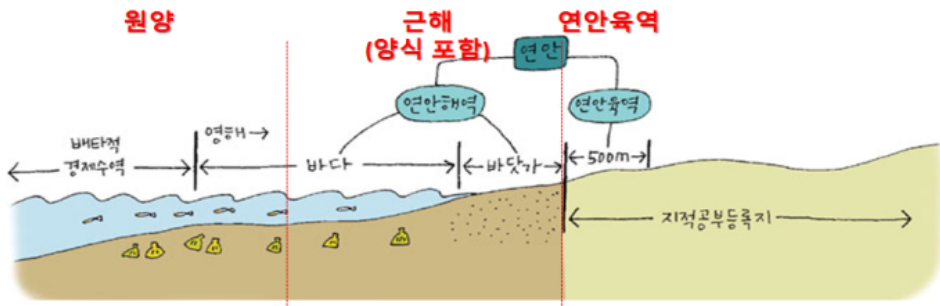
해양·수산분야의 드론활용이 가능한 수요처를 발굴하기 위해서 플랜트, 연안 조사, 수중탐사, 희귀종 수산자원 분포 연구, 수산 예찰 등의 분야별 전문가를 대상으로 한 브레인스토밍을 실시했다. 해양·수산분야의 드론 활용 수요처를 발굴하는데 8명의 전문가를 대상으로 공간적 영역, 대상별, 활용 목적에 따라 다양한 의견을 논의했다.

〈표 3-1〉 해양·수산분야 전문가 리스트(수요조사)

구분	분야	영역
해양	플랜트	연근해, 원양
	연안 조사	연안육역
	수중 탐사	연근해, 원양
	연안 정책	연안육역
수산	연안 식생/환경	연안육역, 연근해
	수산 예찰	연근해
	희귀종 수산자원 분포	연근해, 원양
	수산 정책	연근해

해양·수산분야에서는 드론의 활용분야를 도출하기 위해서 3가지 축(공간 영역, 활용 대상, 활용 목적)을 활용했다. 공간영역은 연안육역, 근해(양식포함), 원양으로 나누고, 전체 공간에서 일어날 수 있는 것은 공통으로 묶어 분석했다.

〈그림 3-2〉 해양·수산분야 위치 구분



활용 대상은 드론이 적용될 수 있는 유형의 분야로 어장, 양식장, 갯벌, 해안선, 레저, 무인도서, 어선, 해양포유류, 사람 등이 해당된다. 활용 목적은 전문가 의견을 수렴하여 연구조사·분석, 감시 및 검사, 예찰 및 측량 3가지 분야로 나누어서 분석했다. 3가지 축을 이용하여 해양수산분야 드론 활용분야를 1차 발굴했다.

〈표 3-2〉 해양·수산분야 드론 활용분야 도출 방법

영역	대상	목적		
		연구 조사 및 분석	감시 및 검사	예찰 및 측량
양식	어장	- 신규 양식어장 개발 및 적지분석 - 양식어장 관독 드론	양식장 관리 및 도난 방지	
	육상 양식장	육상양식장 배출수 모니터링		
	양식 수산물	양식수산물 작황 및 양생 상태 모니터링		
	냉수대			동해안 냉수대 모니터링
연안 육역	레저	해양레저 지원		
	낚시	- 낚시 어군 탐지 - 어업 어군탐지		
	갯벌	갯벌 염생식물 분포 조사		
	해안선			해안선 측량 (연안 침식 등)
	무인도서			무인도서 측량
	사람		- 갯벌 고립자 감시 - 해수욕장 사고 감시	
	독도		독도 경비	
	오염		기름 오염 감시	
	쓰레기		쓰레기 불법 투척 감시	
	무인도서 (송전탑)		송전탑 감시	
	무인도서 (해송)		해송 감시 (재선충 등 확인)	
근해	어획물	어자원 방류 모니터링	어획물 도난 방지	
	어선		어선 입출항 관리	
	조업		- 국내 조업 구역 관리 및 불법 조업 모니터링 - 중국조업 구역 관리 및 불법조업 모니터링	
	어군	- 낚시용 어군 탐지 - 어업 지원 어군 탐지		

〈표 3-2〉 해양·수산분야 드론 활용분야 도출 방법(계속)

영역	대상	목적		
		연구 조사 및 분석	감시 및 검사	예찰 및 측량
근해	적조			◦ 적조 예찰
	해파리			◦ 해파리 예찰
	부유성 해조류			◦ 부유성 해조류 모니터링
	해양 포유류	◦ 해양포유류 자원 연구 모니터링(이동경로, 빈도, 양) ◦ 고래위치확인		
	해양자원	◦ 해양자원 수중 탐사		
	플랑크톤			◦ 플랑크톤 분포 모니터링
원양	해적		◦ 해적 감시	
공통	수질	◦ 채수 드론(해수, 민물 등)		
	쓰레기		◦ 해양 쓰레기 감시	
	날씨	◦ 해양 기후 조사(수집, 분석, 제공 등) → 플랜트 건설 시 필요		
	통신	◦ 통신 중계		

해양·수산분야에서는 활용목적별(연구조사, 산업육성, 감시 및 검사, 관측 및 측량), 공간 영역별(원양, 근해, 연안육역), 대상별(어장, 수산물, 갯벌 등)로 총 38가지의 드론 적용분야를 도출하였다. 각 적용분야별로 주요내용과 적용가능 드론형태를 다음의 표와 같이 정리하였다.

〈표 3-3〉 해양·수산분야 드론활용 적용분야 조사

영역	대상	적용분야	내용	드론형태
양식	어장	신규 양식어장 개발 및 적지분석	드론으로 주변 환경, 수온 등을 파악하여 신규 양식어장 적지 분석	공중
		양식장 관리 및 도난 방지	양식장 내 불법 침입, 도난 등을 드론으로 파악 (CCTV처럼 기동에 부착되어 필요 시 이동)	공중
		양식 어장 판독 드론	양식 어장의 불법 확장 등을 판독하기 위해 드론 기술 활용	공중
	육상 양식장	육상양식장 배출수 모니터링	육상양식장에서의 불법적인 폐수 방류 등을 확인하기 위해 드론 활용	공중/수중
	양식 수산물	양식수산물 작황 및 양성상태 모니터링	양식장 내 수산물의 작황 정도 및 양성상태를 파악하여 출하시기 등을 결정할 때 활용	수중
	냉수대	동해안 냉수대 모니터링	급작스럽게 발생하는 냉수대를 실시간으로 확인하여 대응방안 모색	수중
연안 육역	레저	해양레저 지원	스킨스쿠버, 다이빙, 수상스키 등의 해양레저 시 적지 선정, 촬영 등의 목적으로 드론 활용	공중
	낚시	낚시	낚시를 직접 할 수 있는 드론 개발	공중/수중
		낚시 어군 탐지	낚시를 할 경우 수중 내 어군 탐지를 위한 드론	수중
	갯벌	갯벌 염생식물 분포 조사	갯벌 오염 등을 파악할 수 있는 염생식물 분포 조사를 위해 드론 활용	공중
	해안선	해안선 측량(연안 침식 등)	연안 침식 등으로 인해 변화되고 있는 해안선 측량 시 드론 활용	공중
	무인도서	무인도서 측량	무인도서의 해안선 변화 등을 측량하기 위해 드론 활용	공중
	사람	갯벌 고립자 감시	갑작스러운 밀물로 인한 갯벌 내 고립자 감시 시 드론 활용	공중
		해수욕장 사고 감시	해수욕장 내 사고자 발견을 위한 드론 기술	공중
	독도	독도 경비	독도 주변 불법 침입 등을 감시하기 위한 드론 기술	공중/수중
	오염	오염 감시(기름 등)	기름 유출과 같은 오염의 발생 여부를 확인하고 분포 예상 시 드론 활용	공중/수중

〈표 3-3〉 해양·수산분야 드론활용 적용분야 조사(계속)

영역	대상	적용분야	내용	드론형태
연안 육역	쓰레기	쓰레기 불법 투척 감시	불법 쓰레기 투척 감시용 드론 개발	공중
	무인도서(송전탑)	송전탑 감시	무인도서 내 송전탑 점검 시 드론 활용(제비집 제거 등)	공중
	무인도서(해송)	해송 감시(재선충 등 확인)	무인도서 내 해송 피해 발생 감시용 드론	공중
근해	어획물	어획물 도난 방지	어선 어획물 및 선용품 절도 감시 및 추적을 위해 드론 활용	공중
	어선	어선 입출항 관리	어선 입출항 정보를 관리하는데 드론 활용	공중
	조업	국내 조업구역 관리 및 불법조업 모니터링	국내 어선들이 어업관리 구역을 벗어나 불법 조업하는 것을 감시하기 위해 드론 활용	공중
		중국 조업구역 관리 및 불법조업 모니터링	중국 어선들의 불법 조업 감시를 위해 드론 활용	공중
	어군	어군 탐지	수중 및 해저의 어군을 탐지하기 위해 드론 활용	수중
	적조	적조 예찰	적조 발생 상황, 이동경로를 예찰하기 위해 드론 활용	공중/수중
	해파리	해파리 예찰	피서객 해파리 피해를 최소화하기 위해 드론을 활용한 해파리 출현 위치, 분포현황, 위험구간 파악	공중/수중
	부유성 해조류	부유성 해조류 모니터링	갯생이 모자반 등 부유성 해조류를 모니터링해서 수산피해를 최소화하기 위해 드론 활용	공중/수중
	해양 포유류	해양 포유류 자원 연구 모니터링(이동경로, 빈도, 양 등)	멸종위기의 해양 포유류의 분포, 서식지, 이동경로 등을 조사하기 위해 드론 활용	공중
		고래 위치 확인	관광자원으로 고래 위치를 확인하기 위해 드론 활용	공중
	플랑크톤	플랑크톤 분포 모니터링	녹조/적조로 식물플랑크톤이 대량번식하여 해양생태계를 파괴하는 것을 방지하기 위해 드론 활용	공중/수중

〈표 3-3〉 해양·수산분야 드론활용 적용분야 조사(계속)

영역	대상	적용분야	내용	드론형태
원양	해적	해적 감시	원양어선을 위협하는 해적을 감시하기 위해 드론을 활용	공중
	플랜트	플랜트 시설 검사	해상에 장기 체류하는 플랜트 검사를 위해 드론 활용	공중/수중
	해양자원(광물)	해양자원 탐사	심해에 있는 해양자원을 채집, 분석, 탐사하기 위해 드론 활용	수중
공통	수질	채수 드론(해수, 민물 등)	수질 상태를 파악하기 위해 채수 드론을 활용	공중
	어자원	어자원 방류 모니터링	어자원 방류 후 이동경로, 생태관찰 등을 위해 드론 활용	공중/수중
	쓰레기	해양 쓰레기 감시	어망, 어구 등 해양쓰레기를 감시하는 데 드론 활용	공중/수중
	날씨	해양 기후 조사(수집, 분석, 제공 등) -> 플랜트 건설 시 필요	플랜트 건설 등에 필요한 기후데이터를 확보 목적으로 해도(위도/경도)별 해양기후를 측정/관리 위해 드론 활용	공중
	통신	통신 중계	해양에서의 통신 문제를 해결하기 위한 통신 중계 드론 개발/활용	공중/수중

1차 전문가 자문회의 결과 도출한 해양·수산분야 드론 수요처에 대한 서면 검토를 실시한 결과, 해양·수산분야의 주제가 아니거나 실효성이 떨어지고, 드론 사용이 공공목적에 부합하지 않은 아이템은 제외되었다. 예를 들면 송전탑 감시, 해송 감시 등은 기존 드론을 가지고 일부 사업을 진행하고 있고, 타부처에서 주제를 다루는 것이 타당하다고 판단되어 제외되었다. 독도 경비를 드론으로 하는 것은 실효성이 크지 않다는 판단 하에 제외되었다. 어선 입출항 관리 및 해적감시는 해운 분야에서 다뤄야 하고, 통신 중계는 산업부에서 따로 개발하는 것이 필요하다고 제외되었다. 또한 낚시용 어군 탐지는 무분별한 어획으로 수산자원이 고갈되고 공공의 목적에 부합하지 않기 때문에 제외되었다.

2) 해운·항만분야

해운·항만분야에서 드론활용이 가능한 적용분야를 발굴하기 위해서 해운·항만 주요 분야의 전문가를 대상으로 자문회의를 개최, 각 분야별 1차 수요를 발굴하였다. 항만분야의 경우는 터미널 운영사, 세관, 항만공사, 항만하역장비 검사기관, 측량회사 등 민간 및 공공 분야의 전문가를 대상으로 드론 활용수요를 조사하였으며, 해운분야 역시 해운조합, 선주협회, 국제선사, 선박검사기관, 해경 등을 대상으로 수요를 조사하였다.

〈표 3-4〉 해운·항만분야 수요조사 대상분야

구분	분야	영역
항만	운영사	항만 내
	검사기관	항만 내
	세관	항만구역/해상구역
	통관	항만구역/해상구역
	항만공사	항만구역/해상구역
	측량기관	건설지역
해운	해운조합	연안/항만
	선주협회	연근해
	국제선사	연근해
	선박검사기관	항만수역
	해경	연근해

해운·항만 분야의 수요처 전문가들은 해운 및 항만의 다양한 활동을 수행하는 현장 전문가들로서 전술된 해양·수산분야의 전문가들과 달리 드론을 직접 제작 또는 활용해본 경험이 없는 인원으로 구성되어 있다. 그에 따라 해당 전문가들과의 논의를 통해 1차적으로 도출된 드론의 적용분야는 드론의 기술적, 현실적 성능한계를 고려하지 않은 상태에서 순수하게 수요자 측면에서 적용분야를 제시하였다. 이는 본 과제가 현재 드론의 기술수준 뿐 아니라 향후 기술 발전에 따른 미래적 수요까지 고려하기 위함이다.

해운·항만분야에서는 드론의 활용분야를 도출하기 위하여 해양·수산분야와 마찬가지로 공간, 대상, 목적 등 3가지 축을 기반으로 논의된 수요내용을 정리하였다. 해운·항만의 공간영역은 항만배후지역(내륙), 항만구역(내륙), 항만 내(내륙 및 항계), 연안, 도서로 구분된다. 항만배후지역 및 항만구역은 항만과 인접한 내륙지역으로 해당 영역의 주요 관련기관은 항만공사 및 세관이다. 항만 하역 및 선박의 접안, 세관의 검사가 이뤄지는 항만 내에는 항만 육상구역 및 항계 내가 포함된다. 해당 구역은 운영사, 장비 및 선박 검사기관, 세관, 도선사, 선사, 해경을 주요 관련기관으로 볼 수 있다. 마지막으로 연안 및 도서지역은 선사, 항만공사, 해경 등이 주요 관련기관이다.

활용대상으로는 대형항만, 소형 항 및 포구, 항만화물, 항만장비, 항만인근 차량, 정박지, 여객선 및 화물선, 사람 등이 있다. 마지막으로 활용목적은 해운 및 항만분야에서는 주로 감시 및 모니터링, 화물운송, 검사 및 분석, 관측 및 측량으로 구분될 수 있다. 이와 같은 분류 하에서 해운항만 분야 적용분야 및 내용, 드론의 형태는 다음과 같다.

〈표 3-5〉 해운·항만분야 드론활용 적용분야 조사

영역	대상	적용분야	설명	드론형태
항만 운영	하역	하역작업 감시 및 모니터링	안벽에서 하역작업 및 진행상황 수시 감시	공중/지상
		하역 신호수 대체	컨테이너 넘버 확인 등 하역 중 신호수 역할 대체	공중
	이송	화물 이송(AGV 등)	지상 YT 대체	지상
	운송	화물차 정체구간 확인 및 분석	항만인근 화물차량 정체확인 및 정보전달	공중
	보관	냉동컨테이너 연결/센서 확인, 전원연결	자동화 구역 내 리퍼컨테이너 전원연결 확인 및 필요시 플러그 꽂기	공중/지상
		컨테이너/벌크/배후단지 화물 스캐닝 (재고관리 등)		공중
항만 안전/ 보안	안전	벌크화물 선창 가스확인	하역작업 전 선창내 가스확인 / 경고	공중/지상
		항만주변 도로(불법정차/샷시방치) 감시	불법정차 및 샷시 방지방지, 차량안전 확보	공중
		태풍대응관련 선박 피항여부 확인	무역항 및 연안항, 어항지역 피항감시 및 경고	공중
		대형장비 운영중 검사	주간/월간/분기 자체점검 시 ARMGC 등) 자동화장비 운영중 검사 / 작동소음 확인	공중
		대형하역장비 검사	대형장비(130m, 해상크레인 등 사람 접근불가 장비 검사수행	공중
		해상건설장비 검사	수중에서 선박부 감시 가능	수중
	보안	컨테이너 내부 검색	컨테이너 내용품 검색	공중
		감천항 풍치 봉수망어선 동남아 선원 밀입국 감시	하역 작업중 밀입국 방지를 위한 상시감시	육상
		남외항 정박지 정박선박 필수선원 승선여부 감시	필수선원 상시 탑승여부 확인	수상-공중

〈표 3-5〉 해운·항만분야 드론활용 적용분야 조사(계속)

영역	대상	적용분야	설명	드론형태
항만 안전/ 보안	보안	항만의 경비/보안/순찰 필요	재유통 공권지역 포함 넓은 항만지역 지속 감시 필요	공중/육상
		우범항포구(송정리쪽 작은 항포구) 감시	작은 포구나 어항에서 밀항/밀수 정기감시 수행	공중/수상
		24시간 해상 감시	넓은 지역 해상감시 보조(순찰정 연계)	공중/해상
		항만감시(기존 차량감시)	항만지역 밀수/밀입국 감시(기존 차량감시)	공중/지상
		해상 선용품 적재 / 하역 감시 (배에 오르는 것이 위험함)	해상에서 선용품 적재/하역 시 드론으로 신고목록 확인	공중/해상
	안전/보안	집단계류지(물양장, 봉래동 물양장, 청학안벽 등) 관리	넓은 해상지역 지속 감시 필요	공중
항만 건설	건설	항만 건설 측량	공중에서 항만건설지역 측량	공중
	유지	항만 장비 및 시설물 점검 및 관리 - 접근이 어려운 구조물이나 시설	안벽, 외곽시설 상시 점검	공중/수중
		자연재해이후 항만시설(방파제등) 점검	태풍, 지진, 해일 등 큰 자연재해 이후 항만 외곽시설 점검	공중/해상/ 수중
		수중/수상 안벽검사	안벽이나 케이슨 상태를 정기적으로 확인/대형선 접안 시 팬더상태 감시	수중/수상
항만 환경	대기	항만지역 대기오염 측정		공중/공수 양용
	수질	항만지역 수질오염 측정		공중/공수 양용
	교통	항만인근 교통상황 모니터링		공중

〈표 3-5〉 해운·항만분야 드론활용 적용분야 조사(계속)

영역	대상	적용분야	설명	드론형태
해상 운항	접안	도선사 지원	선박 접안 시 공중에서 접안상황 모니터링	공중
	운항	항해사 지원	항계내 번잡구간 장애물 회피 지원	공중
		선박 운항 보조(압초 감시, 물살 확인 등)	항천 시 전방시야 확인 필요(견시) / 항로 사전답사	공중
	지원	긴급 선용품 공급 (구호품/부품 등)	긴급한 선박수리 부품이나 용품 제공	수상-공중
	운송	도서지역 긴급 물품 배송	도서지역에 구급품 등 긴급화물 운송	공중/수상
		여객선 화물 운송	도서지역 하선승객 없을 경우 접안없이 인근해안에서 물품만 드론으로 운반	공중/수상
선박 관리	구조	조난자 확인 및 구조	조난발생 시 수색 및 위치 확인, 구조품 투하	수상
	안전	선박 수중검사	수중에서 선박부 감시 가능	수중
		하역 시 흡수확인	하역작업 / 운항 중 배가 얼마나 가라앉는지 흡수확인	공중
		선창확인	선창으로 사람 대신 드론이 들어가 확인가능(가스 등 위험회피)	공중/지상
		초대형선 검사	유조선/초대형 탱크선 검사드론	공중/지상
		발라스트 탱크 두께검사	현재 초음파로 검사 / 사망사고 발생방지	공중/수중
		검사 지원	증서 발급 시 정박지 선박에 증서 전달	공중
	수리	긴급 선박 보수 (페인트, 크랙 제거 등)	운항 중 긴급 선박 보수	공중
		운항 중 수중보수	선저사고로 여객선 운항 중단 시 수중드론으로 문제점 및 간단한 보수 수행	수중
기타	통신	통신 중계		

2. 조사항목별 드론활용 가능성 검토

해양, 수산, 해운, 항만 각 분야별로 조사 및 정리된 드론 적용분야에 대해서 실제 기술적으로 구현 가능성 및 문제점, 필요기능 등을 1차적으로 정리하였다. 기술에 대한 검토는 현재 국내에서 해양환경 상에서 실제 드론을 운영하거나 개발하고 있는 기업 및 연구원, 공공기관의 담당자를 대상으로 수행하였다.

〈표 3-6〉 해운·항만분야 수요조사 대상분야

기관	분야
한국해양과학기술원	수중드론
한국항공우주연구원	공중드론
부경대학교	공중/수중드론
해양측량회사	공중드론
한국해양과학기술원	공중/수중드론
드론제작사	공중/지상 드론
국립수산과학원	공중/수중드론

1) 해양·수산분야

1차 수요조사 결과 도출된 해양·수산분야의 38개 적용분야에 대하여 기술검토를 수행하였다. 해양·수산분야에서는 주로 영상을 기본으로 하는 감시 기술을 요구하고 있었으며, 배출수 모니터링, 오염 감시, 적조 예찰 등과 같이 더 상세한 분석이 필요한 경우에는 초분광영상, SAR, LiDAR 등의 기술을 추가적으로 요구하고 있었다. 또한 바다 내부에 대한 모니터링, 예찰 등을 위해 수상드론이나 수중드론의 활용 또한 요구하고 있었다.

해양·수산분야 수요자들이 요구하는 드론은 광범위한 바다에서 강력한 풍속에도 불구하고 장기간 제공하면서 필요한 정보를 취득하는 것이다. 또한 수중에서의 무선통신이 육상 정도의 수준이 되고, 수중 탁도에도 불구하고 해상도 높은 사진정보를 원하고 있다. 이러한 수중 통신수준 및 영상 해상도를 구현하기 위해서는 연구개발이 필요할 뿐만 아니라 도입가격이 높아진다. 수요자들은

드론이 측정 및 조사 등을 위해 장기간 외부 체류 시간이 많은 불편함이 해소될 것을 기대하고 있지만 현존 기술로는 구현이 어려워 오랜 연구개발 시간과 높은 구입·운용비용이 소요되어야 한다는 것은 생각하고 있지 않다. 해양·수산 분야에 드론을 활용하기 위해서는 이러한 기술적 한계 및 비용을 고려하고 요구수준을 조정하여 기 개발된 드론을 도입하여 사용할 것인지 새롭게 해양·수산용 드론을 개발해야 하는지를 결정해야 한다.

기술 전문가들은 수요자들이 요구하는 드론을 현존하는 기술로 도입 가능하나 가격 수준이 크게 올라가거나, 드론에 탑재하기에는 센서 무게가 많이 나가 체공시간이 짧아지거나 드론 크기가 커져야 하는 한계가 존재한다고 언급했다.

〈표 3-7〉 해양·수산분야 드론수요 및 기술적 한계 분석

수요자 요구사항	기술적 한계
1시간 이상의 장기 이동가능	배터리의 용량 및 크기 제한
50kg 이상의 고중량 화물 이송	고중량일 경우 비행시간 단축
20km 이상 장거리 비행	배터리 및 통신문제
악천후(고풍속) 비행	실제 10m/s 이상 풍속 시 정상비행 어려움
수중/황천 시 견시 비행	저조도 및 황천시 시야 제한
물리적 작업 수행	적재중량 및 배터리, 성능 문제
수중 통신 및 시야확보 문제	수중 광역 무선 통신 한계, 수중 탁도 문제
고도화된 센서	측량 라이다의 무게, 고도 영상센서(초분광기, SAR 등) 탑재

다음은 해양·수산분야 드론 적용분야에 대한 요구 성능, 관련 센서 등을 정리한 표이다.

〈표 3-8〉 해양·수산분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토

영역	대상	적용분야	드론형태	수집정보	요구성능 및 내용
양식	어장	신규 양식어장 개발 및 적지분석	공중, 수중	영상, 초분광, 열적외선, 해양환경센서 등	드론 센서 교체형으로 적용 가능
		양식장 관리 및 도난 방지	공중	영상	-
		양식 어장 판독 드론	공중	영상	-
	육상 양식장	육상양식장 배출수 모니터링	공중, 수중	영상, 해양환경센서(수온, 수질, 암모니아, 염분 등) 등	-
	양식 수산물	양식수산물 작황 및 양성상태 모니터링	공중, 수중	영상	해조류는 공중드론, 어류는 수중드론
	냉수대	동해안 냉수대 모니터링	수상	해양환경센서	냉수대 발생 위치는 정해져 있으며 깊이에 따라 공중드론 적용 가능(공중에서 20m 내릴 수 있음)하며 웨이브 글라이더 활용 가능
연안 육역	레저	해양레저 지원	공중	영상, 해양기상센서	-
	낚시	낚시	공중, 수중	영상	수산자원 고갈 문제로 분쟁 야기 가능하며 활용도도 낮을 것이기 때문에 제외
		낚시 어군 탐지	수중	영상	수산자원 고갈 문제로 분쟁 야기 가능하며 활용도도 낮을 것이기 때문에 제외
	갯벌	갯벌 염생식물 분포 조사	공중	영상	국가차원에서 중요한 적용분야로 당장 추진 가능(고정익 적용 가능)

〈표 3-8〉 해양·수산분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토(계속)

영역	대상	적용분야	드론형태	수집정보	요구성능 및 내용
연안 육역	해안선	해안선 측량(연안 침식 등)	공중	영상, 라이다	드론 이동 거리 확대 필요 (고정익 적용 가능)
	무인도서	무인도서 측량	공중	영상, 라이다	최근 라이다 장비 무게 1.8kg로 장착 가능
	사람	갯벌 고립자 감시	공중	영상	-
		해수욕장 사고 감시	공중	영상	판독력을 높여 야간에도 활용 가능하도록 개발
	독도	독도 경비	공중, 수중	영상	기체 띄울 수 있는 기간 짧으므로 제외
	오염	오염 감시(기름 등)	공중, 수중	영상, SAR	SAR 장비가 무거우므로 드론의 적재하중 증대가 필요하며 SAR 장비 비용도 비쌈
	쓰레기	쓰레기 불법 투척 감시	공중	영상	-
	무인도서 (송전탑)	송전탑 감시	공중	영상	-
	무인도서 (해송)	해송 감시(재선충 등 확인)	공중	영상, 스펙트럼 분석	육상에서 추진 중이므로 제외
근해	어획물/선용품	어획물/선용품 도난 방지	공중	영상	어획물은 제외
	어선	어선 입출항 관리	공중	영상	항만분야이므로 제외
	조업	국내 조업구역 관리 및 불법조업 모니터링	공중	영상	거리/체공시간 한계 증대 필요
		중국 조업구역 관리 및 불법조업 모니터링	공중	영상	거리/체공시간 한계 증대 필요

〈표 3-8〉 해양·수산분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토(계속)

영역	대상	적용분야	드론형태	수집정보	요구성능 및 내용
근해	어군	어군 탐지	공중, 수중	영상, 음파	공중드론도 줄로 SONAR 내려서 확인 가능
	적조	적조 예찰(유해 플랑크톤) 국가 재난	공중, 수중	영상, 초분광, 수질, 채수	음파로 가능하며 채수 후 면적당 개체수 파악 후 정보, 주의보 등 발효
	해파리	해파리 예찰	공중, 수중	영상	음파로 가능
	부유성 해조류	부유성 해조류 모니터링	공중, 수중	광학, 식생지수	-
	해양 포유류	해양 포유류 자원 연구	공중	영상	-
		모니터링(이동경로, 빈도, 양 등)	공중	영상	-
원양	고래	고래 위치 확인	공중	영상	-
	플랑크톤	플랑크톤 분포 모니터링(기초 생산량 관련)	공중, 수중	영상, 초분광, 수질, 채수	-
공통	해적	해적 감시	공중	영상	-
	수질	채수 드론(해수, 민물 등)	공중	적조, 플랑크톤 유사	-
	어자원	어자원 방류 모니터링	공중, 수중	영상	거리/체공시간 한계 증대 필요
	쓰레기	해양 쓰레기 감시	공중, 수중	영상	-
	기후	해양 기후 조사 (수집, 분석, 제공 등)	공중	해양기상센서(기온, 풍향, 풍속, 유의파고, 파향, 조류 등)	-
	통신	통신 중계	공중, 수중	-	부위드론 등으로 가능함

2) 해운·항만분야

1차 수요조사 결과 도출된 해운·항만 42개의 적용분야에 대하여 기술검토를 수행하였다. 기술검토 결과 실제 수요자들이 원하는 성능의 수준과 현재의 드론의 성능 간 괴리가 크다는 점을 볼 수 있다. 특히 해운항만 분야의 경우 수요조사 대상자들의 드론에 대한 전문적 지식수준이 높지 않아 그러한 차이는 더욱 크게 드러나고 있다. 일반적으로 수요자들이 원하는 드론은 날씨와 상관없이 전천후로 날 수 있으며, 장거리 및 장기비행 가능, 높은 통신수준 및 영상 해상도 등을 원하면서도 드론의 구입 및 운영비용은 기존 인력투입에 따른 인건비 대비 낮아야 한다고 요구하고 있다. 그러나 기술전문가들은 현재의 기술 수준으로는 해당 성능을 만족시키는 드론을 적절한 가격에 구현하기는 어렵다고 판단하고 있다. 따라서 기술적 한계성을 특정하고 그에 따라 단계적 사업화 및 기술개발이 이뤄져야 할 것으로 판단된다.

〈표 3-9〉 해운·항만분야 드론수요 및 기술적 한계 분석

수요자 요구사항	기술적 한계
1시간 이상의 장기 이동가능	배터리의 용량 및 크기 제한
50kg 이상의 고중량 화물 이송	고중량일 경우 비행시간 단축
20km 이상 장거리 비행	배터리 및 통신문제
철재구조물 등 실내이동	위치인식 및 통신문제
장비 및 구조물 자율회피	자율비행 및 항법기술 미비
악천후(고풍속) 비행	실제 10m/s 이상 풍속 시 정상비행 어려움
수중/황천 시 견시비행	저조도 및 황천시 시야제한
물리적 작업 수행	적재중량 및 배터리, 성능 문제

사실 기술전문가 의견에 따르면 기술적 한계는 현재도 어느 정도 극복할 수는 있으나 그럴 경우 드론 자체의 비용이 크게 올라가 현장에서의 효용성이 떨어지게 된다. 다음 표는 각 적용분야별 기술적 검토 결과를 정리한 것이다.

〈표 3-10〉 해운·항만분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토

영역	대상	적용분야	드론형태	요구성능	수집정보	내용
항만 운영	하역	하역작업 감시 및 모니터링	공중/지상	사람/장비와 충돌 방지	영상	자동비행은 가능하나 아직 자율비행은 어려움. 센서성능 떨어짐. 작은 비행체에는 대형센서 부착이 어려움. 장비사이의 안되고 장비 상공에서 지정된 지점을 자동으로 이동은 가능
		하역 신호수 대체	공중	지속적가동시간 / 장비 / 사람과 충돌회피	영상(OCR)	상동
	이송	화물 이송(AGV 등)	지상	70톤 이상의 화물운송 / 자율주행 / 유인회피	X	장기적 과제로 판단됨
	운송	화물차 정체구간 확인 및 분석	공중	차량번호인식 / 통신 / 경고방송	영상	판단할 수 있는 DB 확보 필요
	보관	냉동컨테이너 연결/센서 확인, 전원연결	공중/지상	전원연결확인/ 플러그 연결기능	영상	연결확인능은 가능하나 실제 연결 기능은 어려움
		컨테이너/벌크/배후단지 화물 스캐닝 (재고관리 등)	공중	좁은 공간 상호회피 비행/RFID/바코드인식	영상	좁은 공간에서 위치 인식 불가능, 통신문제 해결 필요
항만 안전/ 보안	안전	벌크화물 선창 가스확인	공중/지상	가스확인 및 경고기능	영상	통신문제 해결 필요, 구체적 필요성 확인
		항만주변 도로(불법정차 / 샷시방지) 감시	공중		영상	자동비행 가능

〈표 3-10〉 해운·항만분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토(계속)

영역	대상	적용분야	드론형태	요구성능	수집정보	내용
항만 안전/ 보안	안전	태풍대응관련 선박피항여부 확인	공중	높은 풍속에서 비행	영상	비행 불가능
		대형장비 운영 중 검사	공중	육안을 넘어서는 정밀 카메라/ 센서기능/ 소파집	영상, 소리, 위치	아웃도어 환경에서 충돌 위험 큼. 하지만 개발은 가능, 구체적 높이, 대상 장비 등 특정 필요
		대형하역장비 검사	공중	치수측정 / 부식두께확인 / 각도확인 / 이염확인	영상, 비파괴검사	비파괴 등 가능, 필요기능 구체화 필요
		해상건설장비 검사	공중 / 수중	치수측정 / 부식두께확인 / 각도확인 / 이염확인	영상, 비파괴검사	비파괴 등 가능, 필요기능 구체화 필요
	보안	컨테이너 내부 검색	지상	작은 구동체 / 압축속에서 촬영 가능	영상	통신문제 / 영상확인 문제
		감천항 뽕치 봉수망어선 동남아 선원 밀입국 감시	공중		영상	구체적 감시형태 확인 필요
		남외항 정박지 정박선박 필수선원 승선여부 감시	수상-공중	얼굴인식	영상	얼굴인식 가능 / 구체적 프로세스 특정 필요
		항만 내 경비 / 보안 / 순찰 필요	공중 / 육상	컨테이너 / 차량 / 사람과 충돌방지 / 알람 / 경보기능	영상	범위가 너무 넓어 특정 / 구체화 필요
		우범항포구(송정리쪽 작은 항포구) 감시	공중 / 수상	정부분석 연계	영상	감시대상 / 형태 특정 필요

〈표 3-10〉 해운·항만분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토(계속)

영역	대상	적용분야	드론형태	요구성능	수집정보	내용
항만 안전/ 보안	보안	24시간 해상 감시	공중 / 해상	순찰정도로 한계	영상	고정익으로 되어야 함 / 감시대상 및 형태 특정 필요(운영비용이 너무 높음), 온도문제로 인해 기체 오류 발생 가능
		항만감시(기존 차량감시)	공중 / 지상	인건비보다 낮아야 함	영상	단기적으로 인건비보다 낮은 것은 불가능해 보이나 장기적으로 가능(고정익은 비쌈), 수소전지는 3배 정도 향상
		해상 선용품 적재 / 하역 감시 (배에 오르는 것이 위험함)	공중 / 해상	공중+해상 연계기 가능?	영상	화물의 포장형태에 따라 정확한 확인이 어려움
	안전/ 보안	집단계류지 관리	공중	장시간 / 장거리비행 / 통신 / 실시간 영상	영상	기체 내 센서들이 온도 등의 영향 많이 받음
항만 건설	건설	항만 건설 측량	공중	장시간 / 장거리비행 / 정밀촬영	구현되어 있음	
		항만개발을 위한 채석장 관측	공중	장시간 / 장거리비행 / 정밀촬영	영상	
	유지	항만 장비 및 시설물 점검 및 관리 - 접근이 어려운 구조물이나 시설	공중 / 수중	고해상도 영상처리, 장거리 이동(한시간 이상)	CCTV 감시와 같음	수중에서는 갈라진 정도는 확인이 가능하나 금 간 정도는 확인이 어려움, 요구수준 확인 필요, 압착 방식의 드론으로 가능
		항만수심 측량	공중	항공라이다 레이저 주사	라이다	

〈표 3-10〉 해운·항만분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토(계속)

영역	대상	적용분야	드론형태	요구성능	수집정보	내용
항만 건설	유지	자연재해이후항만시설 (방파제등) 점검	공중 / 해상 / 수중	고해상도 영상처리, 장거리 이동(한시간 이상)	영상,음파, 멀티빔SONAR	검사대상 특정 필요
		유류부두 파이프라인 감시	수중		영상	
		수중 / 수상 안벽검사	수중 / 수상	수중시야확보 / 수중치수 측정	영상	수상에서 확인은 가능 / 수중에서는 갈라진 정도는 확인 가능
해상 운항	접안	도선사 지원	공중	지속적 비행 및 모니터링 가능	영상	영상 위주로 적용가능 / 적용대상 특정 필요
	운항	항해사 지원	공중	항내 장애물 자동식별 및 경고 기능	영상	실제 운영하고 있는 선사 있으며 적용 가능
		선박 운항 보조 (암초 감시, 물살 확인 등)	공중	악천후에서 비행가능 / 안개속 시야확인	영상	악천후를 해결할 기술이 아직 없음. 장기과제, 무엇 을 얼마나 길게 봐야 하는지 특정 필요
	지원	긴급 선용품 공급 (구호품 / 부품 등)	수상-공중	장거리 이동가능 / 사람정도 무게 리프팅 가능		사람 무게는 어려움. 하지만 필요하다면 가능은 하 나 비용이 너무 높을 수 있음 / 요구무게 파악 필요
	운송	도서지역 긴급 물품 배송	공중 / 수상	장거리 비행 / 50kg 이상운반 가능		사람 무게는 어려움. 하지만 필요하다면 가능은 하 나 비용이 너무 높음 / 요구무게 파악 필요
		여객선 화물 운송(무정선 / 화물운송)	공중 / 수상	100kg 이상의 화물운송 가능		수상 드론으로 가능 / 화물량 / 무게 등 파악 필요

〈표 3-10〉 해운·항만분야 적용분야별 드론활용 가능성 검토(계속)

영역	대상	적용분야	드론형태	요구성능	수집정보	내용
선박 관리	안전	선박 수중검사	수중		영상,음파, 멀티빔SONAR	세부적 검사가 어려울 수 있음 - 장기과제
		하역 시 흡수확인	공중	흡수측정 / 모니터링 가능	영상	가능함. 단순 영상기술
		선창확인	공중 / 지상	선창 간 이동 / 충돌방지 / 암흑 속 촬영 / 가스모니터링	영상 / 가스	통신문제. 유선 / 흡착식 드론 고민, 구체적 형태 특 정 필요
		초대형선 검사	공중 / 지상	선창 간 이동 / 충돌방지 / 암흑 속 촬영 / 가스모니터링	영상 / 가스	통신문제. 유선 / 흡착식 드론 고민, 구체적 형태 특 정 필요
		발라스트 탱크 두께검사	공중 / 수중	초음파 두께검사 가능 / 인건비보다 싸야 함	영상 / 초음파	명확한 수요 특정 필요
		검사지원	공중	정박지까지 왕복 가능		단순 문서라면 가능하나 필요성 여부 의문이 있음
	수리	긴급 선박 보수 (페인트, 크랙 제거 등)	공중	수리기능 / 페인트 조달 / 일정시간 지속비행		용접 주변 장비 필요, 페인트:품질 문제 => 현재 로서는 어려움
		운항 중 수중보수	수중	수중시야확보 / 로봇팔 등 액션기능		현재로서는 어려움, 샤프트에 감기고 녹을 수도 있 기 때문에 사람이 직접해야할 수 있음

3. 적용분야별 드론 요구성능 조사

1) 해양·수산분야

1차 수요조사 및 기술검토 후 정리된 적용분야에 대하여 해양수산 현장 전문가를 대상으로 2차 수요조사를 실시했다. 2차 수요조사에서 파악된 문제점을 해결하기 위한 기술적 요구 성능을 정의했다.

2차 수요조사에서 조사된 해양수산 드론 수요처를 전문가 의견을 기반으로 기능별로 세분화되었다. 예를 들면 양식수산물 작황 및 양성상태 모니터링은 작황(김, 미역 등)과 양성(어류, 전복 등) 두 가지로 분리되었다. 해안선 측량과 무인도서 측량은 해안선 / 해빈폭 변동 측량, 도서형태 / 해안선 / 저조선 측량, 해빈, 해안사구, 자연해안 / 인공해안 조사 등 5개로 나뉘어졌다. 한편 해양 포유류 자원연구에 고래위치 확인 분야를 포함시켰다.

이번 조사에서는 먼저 수요조사 시 위치별로 구분했던 것을 해양과 수산으로 나누었으며, 공중드론과 수중드론으로 구분하여 각 적용분야별로 기술적 요구사항(이동거리, 적재하중, 요구기능 등)을 정리하였다.

공중 드론의 경우 이동거리는 500~100,000m, 수직이동은 10~150m, 운용시간은 0.5~4시간, 적재중량은 5~20kg을 요구하고 있으며, 수상/수중 드론의 경우는 이동거리 100~40,000m, 수심 5~3,000m, 운용시간 1~10시간, 적재중량 5~10kg을 요구하는 것으로 조사되었다.

그리고 해양수산 드론 활용목적에 따라 탑재해야 하는 센서(영상, 해양환경 센서, 라이더, SAR(Synthetic Aperture Radar), 초분광영상 등)를 정의했다.

〈표 3-11〉 해양·수산분야 적용분야별 드론 요구성능 조사

구분	대상	적용분야	드론 형태	요구성능(공중드론)				요구성능(수상/수중 드론)				요구센서/기능
				이동 거리 (m)	수직 이동 (m)	운용 시간	적재 중량 (kg)	이동 거리 (m)	수심 (m)	운용 시간	적재 중량 (kg)	
해양	레저	해양레저 지원	공중	1000~10000	20~100	1~2	5~10	-	-	-	-	영상, 해양환경센서
	해안서식지	갯벌(식생 포함)	공중	3000~20000	20~150	0.5~2	5~10	-	-	-	-	영상
		해안사구(식생 포함)	공중	3000~20000	20~150	0.5~2	5~10	-	-	-	-	영상
		해빈	공중	3000~20000	20~150	0.5~2	5~10	-	-	-	-	영상
	바닷가	해안선과 해빈 폭 변동 측량	공중	3000~20000	20~150	0.5~2	5~10	-	-	-	-	영상, 라이다
		공유수면 관리(불법 시설물)	공중	3000~20000	20~150	0.5~2	5~10	-	-	-	-	영상
		불법 매립 감시	공중	3000~20000	20~150	0.5~2	5~10	-	-	-	-	영상
		육지쪽 경계선(지적선) 시설물 감시	공중	3000~20000	20~150	0.5~2	5~10	-	-	-	-	영상
		자연해안/인공해안	공중	3000~20000	20~150	0.5~2	5~10	-	-	-	-	영상
	유무인도서	도서형태 및 해안선/저조선 측량	공중	2000~40000	20~100	0.5~3	5	-	-	-	-	영상, 라이다

〈표 3-11〉 해양·수산분야 적용분야별 드론 요구성능 조사(계속)

구분	대상	적용분야	드론 형태	요구성능(공중드론)				요구성능(수상/수중 드론)				요구센서/기능
				이동 거리 (m)	수직 이동 (m)	운용 시간	적재 중량 (kg)	이동 거리 (m)	수심 (m)	운용 시간	적재 중량 (kg)	
해양	사람	갯벌 고립자 감시	공중	2000~ 20000	20~50	1~3	5	-	-	-	-	영상
		해수욕장 사고 감시	공중	1000~ 10000	20~100	1~3	5~10	-	-	-	-	영상
	오염	오염원 감시 (오염 배출)	공중, 수중	2000~ 40000	20~50	1~3	5~10	200~ 10000	5~10	2~3	5~10	영상, SAR(Synthetic Aperture Radar)
		오염 전이 모니터링(기름유출 등)	공중, 수중	2000~ 40000	20~150	1~3	5~10	200~ 10000	5~10	2~3	5~10	영상, SAR(Synthetic Aperture Radar)
	해양 쓰레기	해양 쓰레기 모니터링 (중국/생활 쓰레기 배출 등)	공중	2000~ 50000	20~100	0.5~4	5	-	-	-	-	영상
	수질	채수 드론(원양)	공중	2000~ 50000	10~50	0.5~4	10~20	-	-	-	-	초분광영상, 해양환경센서, 채집
	기상/기후	기상/기후 조사(수집, 분석, 제공 등)	공중	3000~ 100000	50~150	1~4	10~20	-	-	-	-	초분광영상, 해양환경센서
	플랜트 시설	플랜트 시설 검사	공중, 수중	1000~ 10000	50~150	1~4	10~20	2000~ 40000	50~1000	4~8	5~10	영상
	해양자원	해양자원 탐사	수중	-	-	-	-	6000~ 40000	3000	4~10	5~10	영상, 채집

〈표 3-11〉 해양·수산분야 적용분야별 드론 요구성능 조사(계속)

구분	대상	적용분야	드론 형태	요구성능(공중드론)				요구성능(수상/수중 드론)				요구센서/기능
				이동 거리 (m)	수직 이동 (m)	운용 시간	적재 중량 (kg)	이동 거리 (m)	수심 (m)	운용 시간	적재 중량 (kg)	
수산	어장	신규 양식어장 개발 및 적지분석	공중, 수중	2000~ 15000	50~150	1	5	3000~ 7000	30~50	1~2	5	초분광영상, 해양환경센서
		양식어장 관리 및 양식수산물 도난 방지	공중	500~ 1000	10~50	0.5~1	5	-	-	-	-	영상
		양식어장 이용개발 및 관리	공중	2000~ 15000	50~150	0.5~1	5	-	-	-	-	영상
	육상 양식장	육상양식장 배출수 모니터링	공중, 수중	1000~ 5000	20~100	0.5~1	5~10	100~ 1000	10	2	5~10	초분광영상, 해양환경센서
	양식 수산물	양식수산물 작황 모니터링	공중	2000~ 10000	20~150	0.5~1	5~10	-	-	-	-	영상
		양식수산물 양성상태 모니터링(어류, 굴, 전복 등)	수중	-	-	-	-	1000~ 7000	2~10	2	5~10	영상
	냉수대	냉수대 및 빈산소수괴 모니터링	수상	-	-	-	-	100~ 30000	100	1~8	0	초분광영상, 해양환경센서
	해양 쓰레기	해양 쓰레기 모니터링(어망, 부위 등)	공중	2000~ 50000	20~100	0.5~4	5	-	-	-	-	영상
	선용품	선용품 도난 방지	공중	1000~ 2000	10~50	0.5~3	5	-	-	-	-	영상

〈표 3-11〉 해양·수산분야 적용분야별 드론 요구성능 조사(계속)

구분	대상	적용분야	드론 형태	요구성능(공중드론)				요구성능(수상/수중 드론)				요구센서/기능
				이동 거리 (m)	수직 이동 (m)	운용 시간	적재 중량 (kg)	이동 거리 (m)	수심 (m)	운용 시간	적재 중량 (kg)	
수산	조업	국내 조업구역 및 불법어업 모니터링	공중	2000~ 20000	20~100	0.5~3	5~10	-	-	-	-	영상
		중국어선 불법조업 모니터링 및 단속	공중	2000~ 100000	20~100	0.5~4	5~10	-	-	-	-	영상
	어군	연근해어업 어군탐지	공중, 수중	1000~ 100000	20~30	0.5~4	5~10	1000~ 10000	5~10	2~4	5~10	영상, 해양환경센서
	적조	적조 예찰(유해 플랑크톤)	공중, 수중	3000~ 20000	20~150	0.5~3	5~10	200~ 10000	10~50	1~3	5~10	초분광영상, 해양환경센서
	해파리	해파리 예찰	공중, 수중	2000~ 20000	10~100	0.5~3	5~10	200~ 10000	10~30	1~3	5~10	영상
	부유성 해조류	부유성 해조류 모니터링	공중, 수중	3000~ 50000	10~150	0.5~4	5~10	200~ 10000	5~10	1~4	5~10	영상
	해양 포유류	해양 포유류 자원 연구 모니터링	공중	2000~ 100000	20~100	0.5~4	5~10	-	-	-	-	영상
	플랑크톤	플랑크톤 분포 모니터링	공중, 수중	2000~ 100000	10~150	0.5~4	5~10	200~ 10000	10~100	1~4	5~10	초분광영상, 해양환경센서
	수질	연근해 수질모니터링	공중	2000~ 50000	10~50	0.5~4	10~20	-	-	-	-	초분광영상, 해양환경센서, 채집
	어자원	수산자원 방류 모니터링	공중, 수중	2000~ 50000	20~50	0.5~4	5	1000~ 20000	10~50	2~4	5	영상

2) 해운·항만분야

1차 수요조사 및 기술검토 후 정리된 적용분야에 대하여 해운·항만분야 현장 전문가를 대상으로 2차 수요조사를 실시하였다. 2차 수요조사는 해운과 항만 구분 없이 모든 전문가를 대상으로 수행하였으며, 주로 제시된 적용분야에 드론이 효과적으로 활용되기 위한 기술적 요구사항을 정의하였다.

기술적 요구사항은 크게 동체에 해당하는 이동거리, 수직 또는 수심 이동거리, 장비의 운용시간, 최대 적재중량 등 주로 장비 선체에 대한 요구사항을 정리하였다. 일반적으로 해운항만분야의 이동거리는 100m~10km로 구분되며 수직 / 수심 및 높이 / 깊이는 10m~200m, 운용시간은 30분에서 24시간, 적재중량은 0.5kg~100kg으로 구분된다.

또한 2차 수요조사에서는 이렇게 정리된 적용분야를 기반으로 AHP 분석을 수행, 각 적용분야별 우선순위를 도출하였다. 우선순위 선정은 4장에서 별도로 다룬다.

〈표 3-12〉 해운·항만분야 적용분야별 드론 요구성능 조사

중분류	소분류	적용분야	드론 형태	요구 기술수준			
				이동거리(m)	수직/수심 (m)	운용시간 (시간)	적재중량(kg)
항만 운영	하역	하역작업 감시 및 모니터링	공중	100~1,000	50~150	12~24	0.5
		하역 신호수 대체	공중	100~1,000	50~100	12~24	0.5
	이송	화물 이송(AGV 등)	공중	5,000	100	4	20
	운송	화물차 정체구간 확인 및 분석	공중	3,000~5,000	100	4~12	0.5
	보관	냉동컨테이너 연결/센서 확인, 전원연결	공중	1,000	30~50	1~6	0.5
		컨테이너/벌크/배후단지 화물 스캐닝	공중	1,000	50	12	0.5
항만 안전/ 보안	안전	벌크화물 선창 가스확인	공중	50~100	50	2~6	2
		항만주변 도로(불법정차/샷시방치) 감시	공중	2,000	100	12	0.5
		태풍대응관련 선박피항여부 확인	공중	3,000	200	12	0.5
		대형장비 운영중 검사	공중	1,000~1,400	100	1~6	0.5
		대형하역장비 검사	공중	1,000~1,400	100	1~6	0.5
		해상건설장비 검사	공중	50~1,000	50~120	1~6	0.5
	보안	컨테이너 내부 검색	지상	1,000~2,000	2~3	1~10	1~5
		감천항 풍치봉수망어선 동남아 선원 밀입국 감시	공중	2,000~3,000	150~200	0.5~3	0.5~1
			지상	100		24	2
		남외항 정박지 정박 선박 필수선원 승선여부 감시	공중+수중	2,000~5,000	100~200	0.5~6	0.5~1

〈표 3-12〉 해운·항만분야 적용분야별 드론 요구성능 조사(계속)

중분류	소분류	적용분야	드론 형태	요구 기술수준			
				이동거리(m)	수직/수심 (m)	운용시간 (시간)	적재중량(kg)
항만 안전/ 보안	보안	항만 내 경비 / 보안 / 순찰 필요	공중	1,000~5,000	50~200	0.5~12	0.5~1
		우범항포구(송정리쪽 작은 항포구) 감시	공중	2,000~3,000	150~200	0.5~3	0.5~1
		24시간 해상 감시	공중	2,000~5,000	100~200	0.5~24	0.5~1
		항만감시(기존 차량감시)	공중	2,000~5,000	100~200	0.5~12	0.5~1
		해상 선용품 적재 / 하역 감시 (배에 오르는 것이 위험함)	공중+수중	2,000~5,000	100~200	0.5~12	0.5~1
	안전보안	집단체류지(물양장, 봉래동 물양장, 청학안벽 등) 관리	공중	1,000~3,000	100~200	0.5~12	0.5~1
항만 건설	건설	항만 건설 측량	공중				
		항만개발을 위한 채석장 관측	공중				
	유지	항만 장비 및 시설물 점검 및 관리 - 접근이 어려운 구조물이나 시설	공중/ 수중	1,500	50	1	
		항만수심 측량	공중	500~1,500	20~50	1~6	0.5
		자연재해 이후항만시설(방파제등) 점검	공중	1,000	30	1	0.5
		수중 / 수상 시설검사	공중/ 수중	1,500	20	1	
해상 운항	접안	도선사 지원	공중	500~3000	50~100	1~6	0.5
	운항	항해사 지원	공중	1,000~2000	50~100	2~6	0.5
		선박 운항 보조(암초 감시, 물살 확인 등)	공중	1,000~2,000	50~100	2~6	0.5

〈표 3-12〉 해운·항만분야 적용분야별 드론 요구성능 조사(계속)

중분류	소분류	적용분야	드론 형태	요구 기술수준			
				이동거리(m)	수직/수심 (m)	운용시간 (시간)	적재중량(kg)
해상 운항	지원	긴급 선용품 공급 (구호품/부품 등)	공	3,000~5,000	50~100	2~6	20~100
	운송	도서지역 긴급물품배송	공중	3,000~5,000	50~100	2~6	20~100
		여객선 화물 운송(무정선/화물운송)	공중	3,000	50	2	100
		조난자 확인 및 구조	공중	1,000	100	10	0.5
선박 관리	안전	선박 수중검사	수중	100~1,000	5~50	4~6	0.5~5
		하역/적재 시 흡수확인	공중	500~1,000	30~100	1~6	0.5
		선창확인	공중/ 지상	100	30	1	0.5
		초대형선 검사	공중	100~1,000	30~100	2~12	0.5~2
		발라스트 탱크 두께검사	지상	100~300	20	2~4	0.5~2
		검사지원	공중+ 수상	500~2,000	30~100	2~4	0.5~5
	수리	긴급 선박 보수(페인트, 크랙 제거 등)	공중	100	30	10	50
		운항 중 수중보수	수중	100	10	10	50

제4장 드론활용 확대를 위한 추진과제

제1절 개요

본 장에서는 3장에서 조사 및 분석된 해양, 수산, 해운, 항만 각 분야별 드론 활용 수요를 기반으로 하여 각 분야 전문가를 대상으로 한 자문 및 사업별 분류를 통해 향후 해양수산분야 드론활용을 위한 추진사업을 선정한다. 이를 위해 먼저 각 분야별로 조사된 수요의 필요성 및 경제성, 공공성 등을 전문가 AHP⁴⁶⁾ 분석을 기반으로 분석한다. 또한 동시에 드론의 기능적 특성 및 적용분야 등을 고려, 각 분야에서 추진해야 할 사업을 발굴하고 각 사업별 분류를 제시한다.

제2절 드론활용 적용분야 우선순위 선정

1. 선정기준 및 방법

1) 우선순위 선정기준

본 절에서는 각 분야별 수요 자문회의 및 기존 연구 문헌조사 등을 통해 도출된 해양, 수산, 해운, 항만 각 분야별 드론 적용분야의 우선순위를 AHP 분석을 기반으로 하여 선정한다. 이를 위해서는 먼저 우선순위의 선정기준을 정의한다.

유사연구를 살펴보면 조영곤·조근태(2004)에서는 개발기술 선정을 위한 AHP 분석 평가요소로는 기술성, 시장성, 공공성 등을 고려하며, 기술성에는 기술의 독창성 및 파급성, 실현성 등을 보며 시장성에서는 시장규모, 성장성, 수익성

46) AHP: Analytic Hierarchy Process, 계층분석방법

그리고 공공성에서는 산업적 파급성, 국가전략과의 부합성, 사회적 편익성 등을 판단하고 있는 것을 볼 수 있다.

〈표 4-1〉 생명공학분야 미래유망기술 평가항목

대항목	소항목	내용
기술성	기술독창성 (uniqueness)	해당 과제의 기술적 독창성의 크기로서, 이후의 연구에 기여도가 높을 것으로 예상되는 기술을 의미한다.
	기술파급성 (impact to other technology)	해당 과제에 대한 연구결과가 다른 분야 또는 기술에 미치는 영향을 의미한다.
	기술실현성 (feasibility)	현재의 기술수준 등 기타 조건을 고려할 때 해당 기술이 실현될 가능성의 크기를 의미한다.
시장성	시장규모성 (market size)	해당 과제의 기술 또는 제품의 시장규모의 크기를 의미한다.
	시장성장성 (market growth)	해당 과제의 기술 또는 제품의 시장의 잠재적 성장가능성을 의미한다.
	투자수익성 (profitability)	해당 과제의 기술 또는 제품의 개발비에 대한 수익의 비율의 크기를 의미한다.
공공성	산업적 파급성 (impact to other industry)	해당 과제의 기술 또는 제품이 다른 산업에 미치는 영향을 의미한다.
	사회적 편익성/영향성 (impact to society)	해당 과제의 기술 또는 제품이 사회에 미치는 영향 또는 해당 과제의 기술 또는 제품에 대하여 국민이 갖는 관심의 정도와 경제적 편익성을 의미한다.
	국가전략과의 부합성 (relatedness to government policy)	해당 과제의 기술 또는 제품이 정부가 추진하고자 하는 정책과 어느 정도 일치(부합)하는가를 의미한다.

자료: 조용근, 조근태, ‘Delphi와 AHP를 이용한 생명공학분야 미래유망기술의 R&D전략 수립’, 대한산업공학회/한국경영과학회 2004 춘계학술대회

그러나 상기 항목에서는 각 기술에 대한 필요성이나 시급성에 대한 고려가 없어 현장적용성에 대한 분석이 누락되어 있다. 최상희, 이언경, 전형모(2015)에서는 그에 따라 필요성 및 시급성 등을 고려하여 미래형 벌크항만 기술 평가요소를 구성하고 있다.

〈표 4-2〉 미래형 벌크항만 기술 우선순위 평가요소

평가요소	의미
필요성	항만현장에서 해당 기술이 필요한 정도
시급성	해당 기술의 시급성
기술적 실현가능성	해당 기술이 실제 기술적으로 구현이 가능한 정도
시장성	해당기술의 개발되었을 때 예상되는 시장규모의 크기
경제성	해당기술의 개발되었을 때 예상되는 개발 비용대비 발생 편익
기술 확장성	기술개발 이후 타 분야 등으로 기술확장 및 적용 가능성
파급성	기술개발로 인한 작업현장 및 기타 지역적, 국가적 파급효과

자료 : 1. 최상희, 이연경, 전형모, 「벌크항만 미래 기술개발 전략수립 연구」, 한국해양수산개발원, 2015.12

2. 전형모, 이연경, 최상희, 「벌크터미널 작업환경개선 및 생산성 향상을 위한 기술로드맵 수립」, 2015년도 한국물류과학기술학회 추계학술대회

본 연구의 목적이 드론에 요구되는 원천기술을 발굴하는 것이 아니라 해양, 수산, 해운, 항만 각 분야에서 드론의 활용에 대한 수요를 파악하고 활용을 확대하고자 하는 데 있기 때문에 평가항목 역시 같은 맥락에서 정의되어야 한다. 따라서 드론 적용분야의 기술성에 대한 평가보다는 먼저 해양, 수산, 해운, 항만 각 분야 현장에 드론을 적용할 경우 발생할 수 있는 경제적, 운영적, 공공적 편익을 고려한다. 기술적 실현가능성 등은 수요에 대한 AHP 분석 후 기술자문을 통해 별도로 분석한다.

먼저 드론 활용을 통해서 얻을 수 있는 경제적 편익을 평가하여야 한다. 일반적으로 드론의 투입으로 발생할 수 있는 경제적 편익은 운영비용의 절감으로 볼 수 있다. 기존에는 사람이 시간과 비용을 투자하여 직접 수행하거나 감시해야 하던 일을 드론이 대신함으로써 운영비용을 절감할 수 있다. 동시에 그러한 경제적 편익이 발생할 수 있는 대상 시장의 규모가 중요하다. 사용자가 많거나 적용대상이 충분하지 않은 경우 기술개발 또는 사업추진의 타당성이 떨어지기 때문이다.

두 번째로 고려해야 할 평가항목은 실제 수요현장에서의 운영성이다. 실제 현장에서 수요자들이 얼마나 필요로 하고 시급한지를 평가하여야 한다. 동시에 사용하기 어렵거나 복잡하면 사용자들은 외면하기 때문에 드론 사용의 편의성

도 함께 평가하여야 할 것이다.

마지막으로 해양, 수산, 해운, 항만 분야의 특성상 드론의 활용은 안전, 보안, 수산물 보호 등 공공적 성격이 요구된다. 따라서 효과적인 사업추진을 위해서는 공공분야의 참여가 필요하며 이를 위해서는 드론 투입을 통한 사회적 공익성 및 국가 정책과의 부합성 등을 평가하여야 할 것이다.

따라서 본 연구에서의 드론 적용분야에 대한 평가항목은 다음과 같이 구성될 수 있다.

〈그림 4-1〉 해양수산분야 드론 적용분야 평가항목



〈표 4-3〉 드론 적용분야 우선순위 평가항목

대항목	소항목	내용
경제성	운영비용 절감효과	드론 적용시 운영비용 절감 정도
	시장규모	드론 적용대상 및 시장의 규모
운영성	필요성	드론 적용의 실질적인 필요성
	시급성	드론 적용의 실질적인 시급성
	편의성	드론 적용의 편리성
공공성	사회적 공익성	드론 적용에 따라 발생하는 사회적 공익 정도
	정책적 부합성	안전, 안보 등 국가정책과의 부합성

2) 우선순위 선정방법

각 분야별 드론적용 우선순위를 선정하기 위해서는 도출된 우선순위 평가항목에 대한 전문가 AHP 분석을 수행하여 평가항목 간 가중치를 추정한다. 이후 해양, 수산, 해운, 항만 각 분야별 전문가들을 대상으로 드론 적용분야별로 평가항목별 1~5점 척도로 절대평가를 수행, 도출된 가중치를 적용하여 드론 적용분야별 우선순위를 선정하게 된다. 단, 분야별 전문가라고 해도 드론의 모든 적용분야에 대한 전문지식을 가지고 있다고 보기는 어렵기 때문에 해당 전문가가 정확히 판단할 수 있는 적용분야에 대해서만 평가할 수 있도록 하였다.

2. 평가기준별 가중치 추정

총 3개 대항목 및 7개 소항목 평가기준에 대한 가중치를 추정하기 위하여 전문가를 대상으로 한 AHP분석을 수행하였다. 운영사, 세관, 항만공사, 선사, 장비 및 선박 검사기관, 국립수산물과학원, 학계 등의 각 분야별 전문가 9인이 평가항목 가중치 추정에 참가하였다.

드론 적용분야에 대한 평가기준 가중치를 산정하기 위해서 평가기준 간 상대적 중요성을 1~5점으로 분류하였다.

〈표 4-4〉 상대비교 점수별 의미

상대비교점수	A가 B보다
1	동등하다
2	약간 중요
3	중요
4	매우 중요
5	절대적으로 중요

예를 들면 필요성과 시급성을 상호 비교할 경우 시급성이 필요성보다 중요할 경우 시급성에 3점, 필요성이 시급성보다 매우 중요할 경우 필요성에 4점을 부여하는 방식이다.

〈표 4-5〉 필요성 vs 시급성 비교표 예시

평가요소	상대적 중요도								평가요소	
필요성	5	4	3	2	1	2	3	4	5	시급성
	필요성 중요		←.....→				시급성 중요			

먼저 대항목인 경제성, 운영성, 공공성 간 상호 가중치를 AHP 분석으로 추정하였다. 가중치 검증 전에 논리적 일관성 검증을 위하여 일관성 지수(Consistency Index, CI)를 활용한 일관성비율(Consistency Ratio, C.R.)을 추정하였다. 논리적 일관성이란 가중치를 평가해야 할 평가항목이 3개 이상일 경우 상호 가중치 비교에 따른 논리적 일관성을 의미한다. 즉 A, B, C를 상호 비교할 경우 A가 B 보다 크고, B가 C보다 클 경우, A는 반드시 C 보다 커야 한다. 그렇지 않을 경우 논리적 일관성이 없다고 보며 평가를 다시 해야 한다.

〈그림 4-2〉 AHP 일관성 개념



일반적으로 0.15 에서 0.2 이상이면 일관성에 문제가 있는 것으로 재검토가 필요하다. 대항목 간 평가에 대한 일관성 검사 결과 9개 응답 모두 일관성에 문제가 없는 것으로 나타나 평가결과를 반영하였다.

〈표 4-6〉 일관성 검토 결과

총 응답 수	CR ≤ 0.20	CR > 0.20
9	9	0

대항목 평가기준 가중치 추정결과 경제성이 37.1%로 가장 높았고, 뒤를 이어 운영성(33.1%), 공공성(29.8%)이 그 뒤를 이었다.

이후 각 소항목 간 다시 AHP 분석을 수행하여 가중치를 추정하였다. 가중치가 가장 높은 항목은 운영비용 절감효과로 27.1%였으며, 필요성(16.0%), 사회적 공익성(15.8%), 정책적 부합성(14.0%) 등이 그 뒤를 이었다.

〈표 4-7〉 드론적용 평가항목 가중치 추정결과

대항목	가중치	소항목	가중치
경제성	37.1%	운영비용 절감효과	27.1%
		시장규모	10.0%
운영성	33.1%	필요성	16.0%
		시급성	9.8%
		편의성	7.3%
공공성	29.8%	사회적 공익성	15.8%
		정책적 부합성	14.0%
계			100.0%

3. 분야별 우선순위 선정

해양, 수산, 해운, 항만 분야 각 전문가들로 하여금 각 분야별 드론적용분야에 대해 7개 평가기준에 따라 5점 척도로 점수를 부여토록 하였다. 전문가들은 지식의 특성과 범위에 따라 크게 해양·수산분야와 해운·항만 분야 두 개 그룹으로 나뉘어서 각각 분야에 대해서만 절대평가를 수행하였다. 또한 자기 분야라 할지라도 정확한 지식이 없다고 판단되는 경우에는 평가를 배제하도록 하여 전문지식 없는 분야에 대한 평가가 이뤄지는 것을 방지하였다.

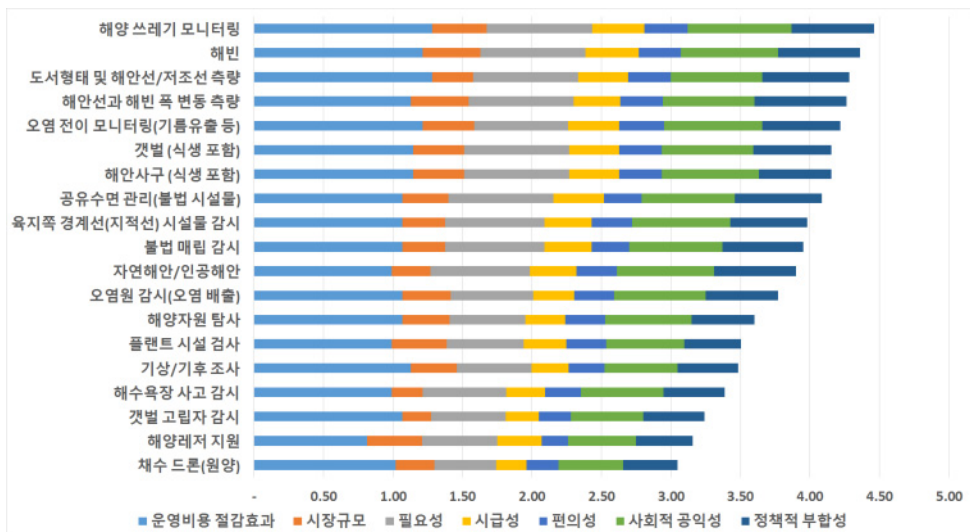
〈표 4-8〉 절대평가 점수 및 의미

절대평가점수	의미
1	매우 낮거나 없다
2	약간 낮다
3	보통이다
4	약간 높다
5	매우 높다

1) 해양분야

해양분야는 학계, 연구계, 공무원 등 총 4인의 전문가가 평가를 수행하였으며, 가중치 분석결과 해양 쓰레기 모니터링(중국/생활 쓰레기 배출 등), 해빈관찰, 도서형태 및 해안선/저조선 측량 등이 주요한 적용분야로 나타났다.

〈그림 4-3〉 해양부문 드론적용분야 우선순위



주요 적용분야에 대해 평가기준 별로 분석하면 해양쓰레기 모니터링의 경우 운영비용 절감효과(4.73)는 물론 필요성, 사회적 공익성, 편의성, 정책적 부합성 등 전반적으로 모든 항목에서 높은 점수를 받고 있음을 볼 수 있다. 두 번째로 높은 점수를 받은 해빈관찰의 경우 운영비용 절감효과는 해양쓰레기 모니터링에 비해 떨어지나 시장규모 및 필요성에서는 높은 점수를 받고 있다.

〈그림 4-4〉 해양쓰레기 모니터링 항목별 분석



〈그림 4-5〉 해빈 항목별 분석



반면 해안사구관찰(7위) 및 자연해안/인공해안(11위) 경우 비교적 순위가 낮으나 필요성과 사회적 공익성이 높아 공공부문에서 정책적으로 추진을 검토할 필요가 있다고 판단된다.

〈그림 4-6〉 자연해안/인공해안 항목별 분석



〈그림 4-7〉 해안사구 항목별 분석



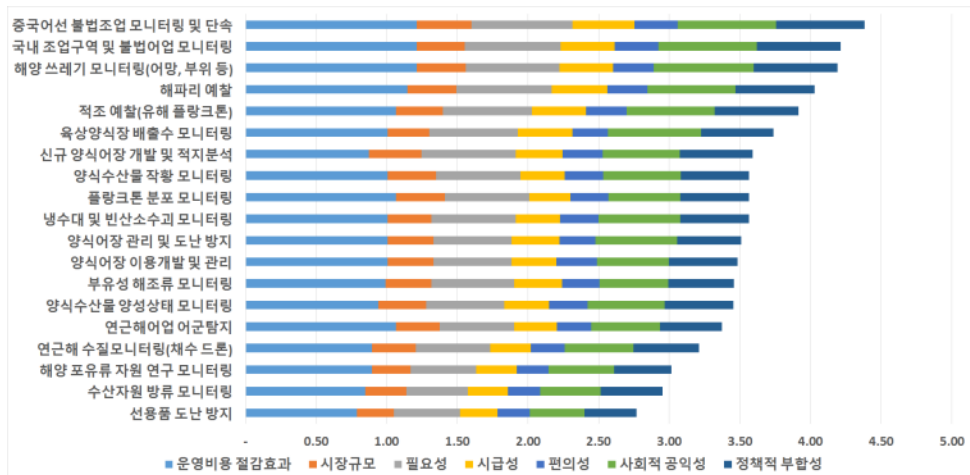
〈표 4-9〉 해양분야 우선순위 분석결과

구분	적용분야	드론 형태	합계	순위	
				분야별 순위	해양/수산 통합
해양	해양쓰레기 모니터링(중국/생활쓰레기배출등)	공	4.46	1	1
	해빈	공	4.36	2	3
	도서형태 및 해안선/저조선측량	공	4.28	3	4
	해안선과 해빈 폭 변동 측량	공	4.26	4	5
	오염전이 모니터링(기름유출등)	공,수	4.22	5	6
	갯벌(식생포함)	공	4.15	6	9
	해안사구(식생포함)	공	4.15	7	10
	공유수면관리(불법시설물)	공	4.09	8	11
	육지쪽경계선(지적선)시설물감시	공	3.98	9	13
	불법 매립 감시	공	3.95	10	14
	자연해안/인공해안	공	3.90	11	16
	오염원감시(오염배출)	공,수	3.77	12	17
	해양자원 탐사	수중	3.60	13	19
	플랜트 시설 검사	공,수	3.50	14	25
	기상/기후조사(수집,분석,제공등)	공	3.48	15	26
	해수욕장 사고 감시	공	3.38	16	30
	갯벌 고립자 감시	공	3.24	17	32
	해양레저 지원	공	3.15	18	34
	채수드론(원양)	공	3.04	19	35

2) 수산분야

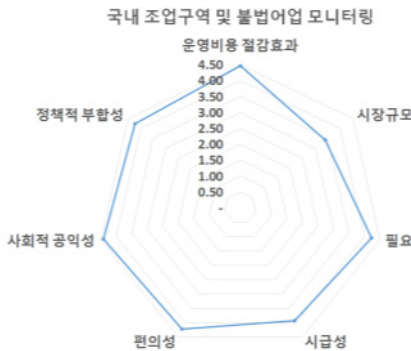
수산분야 역시 학계, 연구계, 공무원 등 총 4인의 전문가가 평가를 수행하였으며, 가중치 분석 결과 중국어선불법조업 모니터링 및 단속, 국내조업구역 및 불법어업 모니터링, 해양쓰레기 모니터링 등이 주요한 적용분야로 나타났다.

〈그림 4-8〉 수산부문 드론적용분야 우선순위



주요 적용분야에 대해 평가기준 별로 분석하면 국내조업구역 및 불법어업 모니터링의 경우 거의 모든 부문에서 높은 평가를 받고 있어 우선적 추진이 필요하다고 판단된다. 그러나 특이한 점은 가장 높은 점수를 받은 중국어선 불법조업 모니터링 및 단속은 시장규모가 낮으나 사회적 공익성 및 정책적 부합성, 필요성, 시급성 등이 매우 높아 높은 점수를 받고 있음을 볼 수 있다.

〈그림 4-9〉 국내 불법어업 모니터링
항목별 분석



〈그림 4-10〉 중국어선 불법어업
모니터링 항목별 분석



그 외 적조예찰(5위) 및 육상양식장 배출수 모니터링(6위) 경우 최고 순위는 아니나 필요성과 사회적 공익성, 정부정책 부합성이 높아 마찬가지로 공공부문에서 정책적으로 추진을 검토할 필요가 있다고 판단된다.

〈그림 4-11〉 육상양식장 배출수 모니터링
항목별 분석



〈그림 4-12〉 적조예찰(유해플랑크톤)
항목별 분석



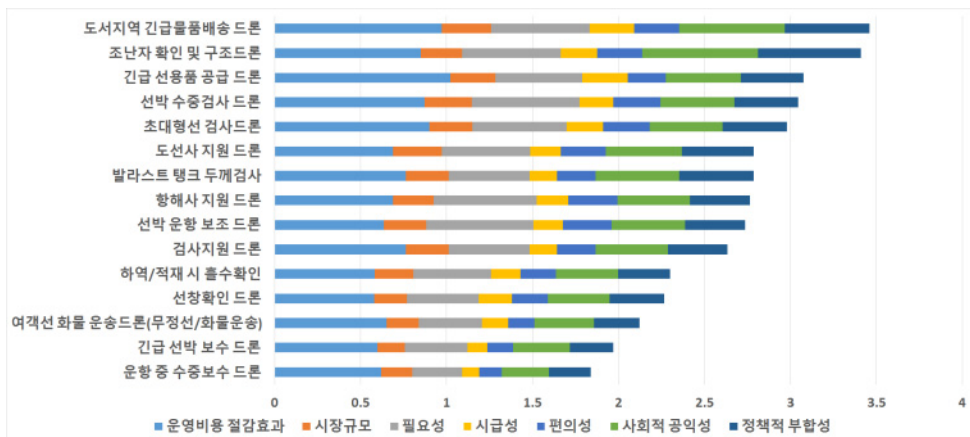
〈표 4-10〉 수산분야 우선순위 분석결과

구분	적용분야	드론 형태	합계	순위	
				분야별 순위	해양/수산 통합
수산	중국어선 불법조업 모니터링 및 단속	공	4.38	1	2
	국내 조업구역 및 불법어업 모니터링	공	4.21	2	7
	해양쓰레기 모니터링(어망,부위등)	공	4.19	3	8
	해파리 예찰	공,수	4.03	4	12
	적조예찰(유해플랑크톤)	공,수	3.91	5	15
	육상양식장 배출수 모니터링	공,수	3.74	6	18
	신규 양식어장 개발 및 적지분석	공,수	3.59	7	20
	양식수산물 작황 모니터링(김,미역,다시마등)	공	3.57	8	21
	플랑크톤 분포 모니터링(기초생산량관련)	공,수	3.56	9	22
	냉수대 및 빈산소수괴 모니터링	수면	3.56	10	23
	양식어장 관리 및 양식수산물 도난 방지	공	3.51	11	24
	양식어장 이용개발 및 관리 (영상판독, 어장정비지원)	공	3.48	12	27
	부유성 해조류 모니터링	공,수	3.46	13	28
	양식수산물 양성상태 모니터링(어류,굴,전복등)	수	3.45	14	29
	연근해어업 어군탐지	공,수	3.37	15	31
	연근해 수질 모니터링(채수드론)	공	3.21	16	33
	해양 포유류 자원 연구 모니터링	공	3.02	17	36
	수산자원 방류 모니터링	공,수	2.95	18	37
	선용품 도난 방지	공	2.77	19	38

3) 해운분야

해운분야는 항만공사, 세관, 운영사, 선사, 선박검사기관 등 총 7인의 전문가가 평가를 수행하였으며, 가중치 분석 결과 도서지역 긴급물품배송, 조난자 확인 및 구조, 긴급 선용품 공급, 선박 수중검사, 초대형선 검사, 도선사 지원, 발라스트 탱크 두께검사, 항해사 지원, 선박 운항 보조, 검사지원, 하역/적재 시 흡수확인, 선창확인, 여객선 화물 운송(무정선/화물운송), 긴급 선박 보수, 운항 중 중보수 등이 주요한 적용분야로 나타났다.

〈그림 4-13〉 해운부문 드론적용분야 우선순위



주요 적용분야에 대해 평가기준 별로 분석하면 도서지역 긴급물품배송의 경우 운영비용 절감효과(3.59)는 물론 필요성, 사회적 공익성, 편의성, 정책적 부합성 등 전반적으로 모든 항목에서 높은 점수를 받고 있음을 볼 수 있다. 반면 조난자 확인 및 구조의 경우는 경제성은 상당히 낮지만 사회적 공익성 및 정책적 부합성이 높게 평가되어 비교적 높은 점수를 받고 있다.

〈그림 4-14〉 도서지역 긴급물품배송 항목별 분석 〈그림 4-15〉 조난자 확인 및 구조 항목별 분석



그 외 발라스트 탱크 두께검사나, 도선사 지원 드론은 공공성 및 편의성 측면에서 높은 점수를 받고 있다.

〈그림 4-16〉 발라스트 탱크 두께검사 항목별 분석 〈그림 4-17〉 도선사 지원 드론 항목별 분석



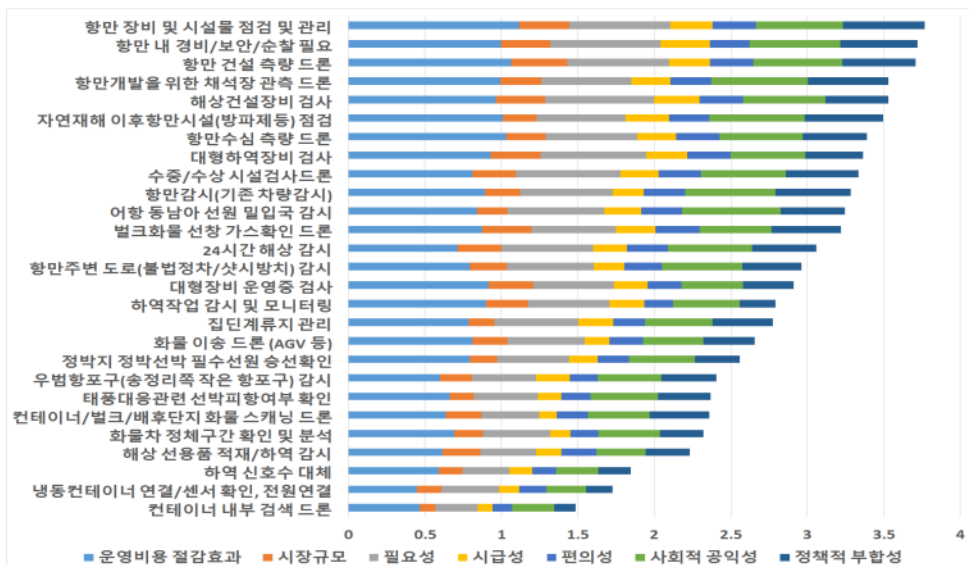
〈표 4-11〉 해운분야 우선순위 분석결과

구분	적용분야	드론 형태	합계	순위	
				분야별 순위	해운항만
해운	도서지역 긴급물품배송 드론	공	3.46	1	7
	조난자 확인 및 구조드론	공	3.41	2	8
	긴급 선용품 공급 드론(구호품/부품 등)	공	3.08	3	15
	선박 수중검사 드론	수	3.04	4	17
	초대형선 검사드론	공	2.98	5	18
	도선사 지원 드론	공	2.79	6	22
	발라스트 탱크 두께검사	육	2.79	7	23
	항해사 지원 드론	공	2.77	8	25
	선박 운항 보조 드론(암초 감시, 물살 확인 등)	공	2.74	9	26
	검사지원 드론	공/수	2.63	10	28
	하역/적재 시 흡수확인	공	2.30	11	34
	선창확인 드론	공/육	2.27	12	35
	여객선 화물 운송드론(무정선/화물운송)	공	2.12	13	37
	긴급 선박 보수 드론(페인트, 크랙 제거 등)	공	1.97	14	38
	운항 중 수중보수 드론	수	1.84	15	40

4) 항만분야

항만분야는 항만공사, 세관, 운영사, 선사, 검사기관 등 총 7인의 전문가가 평가를 수행하였으며, 가중치 분석 결과 항만장비 및 시설물 점검 및 관리, 항만 내 경비/보안/순찰, 해상건설장비 검사 등이 주요한 적용분야로 나타났다.

〈그림 4-18〉 항만부문 드론적용분야 우선순위



주요 적용분야에 대해 평가기준별로 분석하면 항만장비 및 시설물 점검·관리는 운영비용 절감효과 및 필요성, 편의성 및 정책적 부합성 등 전반적으로 높은 점수를 보였으며, 항만 내 경비/보안/순찰 드론의 경우 비교적 운영비용 절감효과는 낮았으나 필요성과 사회적 공익성이 높은 것을 볼 수 있다.

〈그림 4-19〉 항만장비 및 시설물 점검 및 관리 항목별 분석



〈그림 4-20〉 항만내 경비/보안/순찰 항목별 분석



반면 항만구역감시(10위) 및 어항 동남아선원 밀입국감시(11위)의 경우 비교적 순위가 낮으나 필요성과 사회적 공익성이 높아 공공부문에서 정책적으로 추진을 검토할 필요가 있다고 판단된다.

〈그림 4-21〉 항만구역 드론 감시 항목별 분석



〈그림 4-22〉 어항 동남아선원 밀입국감시 항목별 분석



〈표 4-12〉 항만분야 우선순위 분석결과

구분	적용분야	드론 형태	합계	순위	
				분야별순위	해운항만
항만	항만 장비 및 시설물 점검 및 관리 - 접근이 어려운 구조물이나 시설	공중/수중	3.77	1	1
	항만 내 경비/보안/순찰 필요	공중	3.72	2	2
	항만 건설 측량	공중	3.71	3	3
	항만개발을 위한 채석장 관측	공중	3.53	4	4
	해상건설장비 검사	공중	3.53	5	5
	자연재해 이후항만시설(방파제등) 점검	공중	3.50	6	6
	항만수심 측량	공중	3.39	7	9
	대형하역장비 검사	공중	3.36	8	10
	수중/수상 시설검사	공중/수중	3.34	9	11
	항만감시(기존 차량감시)	공중	3.29	10	12
	감천항 뽕지붕수망어선 동남아 선원 밀입국 감시	공중/지상	3.25	11	13
	벌크화물 선창 가스확인	공중	3.22	12	14
	24시간 해상 감시	공중	3.06	13	16
	항만주변 도로(불법정차/샷시방치) 감시	공중	2.96	14	19
	대형장비 운영중 검사	공중	2.91	15	20
	하역작업 감시 및 모니터링	공중	2.79	16	21
	집딘계류지(물양장, 봉래동 물양장, 청학안벽 등) 관리	공중	2.77	17	24
	화물 이송(AGV 등)	공중	2.66	18	27
	남외항 정박지 정박선박 필수선원 승선여부 감시	공중	2.56	19	29
	우범항포구(송정리쪽 작은 항포구) 감시	공중	2.41	20	30
	태풍대응관련 선박피항여부 확인	공중	2.37	21	31
	컨테이너/벌크/배후단지 화물 스캐닝 (재고관리 등)	공중	2.36	22	32
	화물차 정제구간 확인 및 분석	공중	2.32	23	33
	해상 선용품 적재/하역 감시(배에 오르는 것이 위험함)	공중	2.23	24	36
	하역 신호수 대체	공중	1.85	25	39
	냉동컨테이너 연결/센서 확인, 전원연결	공중	1.73	26	41
	컨테이너 내부 검색	지상	1.48	27	42

제3절 드론활용 추진과제

1. 개요

활용분야 조사 및 기술 요구 성능 분석에서 정의된 적용분야와 기술 요구 성능 및 장착 센서 기능을 기반으로 세부과제와 대상과제를 4단계에 거쳐 그룹핑을 실시했다. 우선 해양·수산, 해운·항만 분야별 드론 활용목적에 따라 적용과제를 1차 분류했다. 두 번째 공중드론, 수중드론 등 적용영역에 따른 활용목적에 따라 분류된 적용과제를 재분류했다. 세 번째 라이다 센서 등 유사 기능을 하는 센서를 기준으로 적용과제를 분류했다. 마지막으로 유사 요구 기술 수준에 따라 적용분야를 분류하고 그룹핑해서 추진과제를 도출했다.

〈그림 4-23〉 추진과제 도출 기준



2. 분야별 추진과제

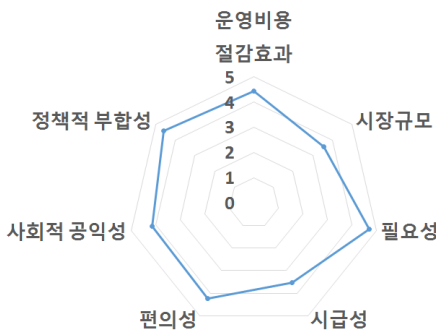
1) 해양·수산분야

해양·수산분야의 드론 활용목적은 연구조사, 검사, 감시, 예찰 및 측량 기능 인지를 검토하고, 그 다음 사용처가 공중과 수중인가에 따라 공중드론과 수중드론으로 분류한 후 탑재해야 하는 센서기능인 초분광센서, 해양환경센서, SAR 센서, 라이다 센서에 따라 분류했다. 마지막으로 이동거리, 체공시간, 탑재중량을 고려하여 적용분야를 분류했다.

그 결과 해양분야는 연안조사, 해양레저, 해양환경, 해양개발 4가지 분야 10개 과제가 도출되었다. 수산분야는 어업정책, 어촌양식, 수산자원, 지도교섭 4가지 분야 7가지 과제가 도출되었다.

또한 3장에서 도출된 적용분야별 우선순위를 기반으로 각 해양 및 수산분야별 우선순위를 선정하였다. 먼저 해양분야에서는 ‘연안 지형 측량 및 지도 제작 드론 개선사업’이 가장 우선적으로 추진해야 할 과제로 선정되었다. 해당 과제 내에는 우선순위가 높은 해안선과 해빈 폭 변동 측량, 도서형태 및 해안선/저조선 측량 등의 적용분야들이 포함되어 있다. 해당 과제를 항목별로 분석해 보면 필요성과 정책적 부합성, 사회적 공익성, 편의성, 절감효과 등이 높아 가장 우선적으로 추진해야 할 과제로 선정되었음을 알 수 있다. 다음으로는 ‘수중 광역통신 기반 오염원 배출·전이 모니터링 수중 드론 기술개발’, ‘연안 식생 조사 드론 도입 사업’ 등의 순인 것으로 분석되었다.

〈그림 4-24〉 연안 지형 측량 및 지도 제작 드론 개선사업 항목별 분석

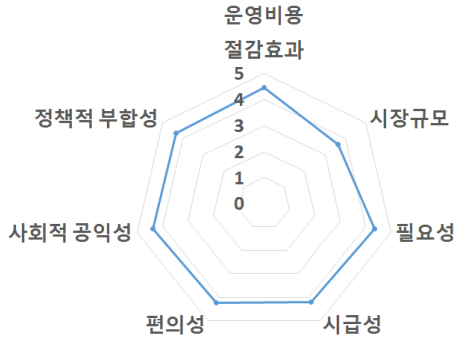


〈그림 4-25〉 수중 광역통신 기반 오염원 배출·전이 모니터링 수중 드론 기술개발 항목별 분석



다음으로 수산분야에서는 ‘불법조업 감시·제압 공중드론 기술개발’이 가장 우선적으로 추진해야 할 과제로 선정되었다. 해당 과제 내에는 우선순위가 높은 중국어선 불법조업 모니터링 및 단속, 국내 조업구역 및 불법어업 모니터링 등의 적용분야들이 포함되어 있다. 해당 과제를 항목별로 분석해 보면 운영비용 절감효과와 사회적 공익성, 필요성 등이 고루 높아 가장 우선적으로 추진해야 할 과제로 선정되었음을 알 수 있다. 다음으로는 ‘수산 예찰 수중 드론 기술개발’, ‘수중 광역통신 기반 오염원(배출수 등) 배출·전이 모니터링 수중 드론 기술개발’ 등의 순인 것으로 분석되었다.

〈그림 4-26〉 불법조업 감시·제압
공중드론 기술개발 항목별 분석



〈그림 4-27〉 수산 예찰 수중 드론 기술
개발 항목별 분석



〈표 4-13〉 해양분야 드론 활용 대상 과제 발굴

부문	추진 순위	세부과제	적용분야
연안 계획	1	연안 지형 측량 및 지도 제작 드론 개선사업	해안선과 해빈폭 변동 측량
			도서형태 및 해안선/저조선 측량
	3	연안 식생 조사 드론 도입 사업	갯벌(식생포함)
			해안사구(식생포함)
			해빈
			자연해안/인공해안
	4	불법 매립·점유 감시 드론 도입 사업	공유수면 관리(불법시설물)
			불법 매립 감시
			육지쪽 경계선(지적선) 시설물 감시
해양 레저	8	해양레저 조난자 감시 및 구난용 드론 도입 사업	갯벌 고립자 감시
	9	해양 레저 낚시 서비스 드론 도입 사업	해수욕장 사고 감시
해양 환경	2	수중 광역통신 기반 오염원 배출·전이 모니터링 수중 드론 기술개발	오염원 감시(오염배출)
			오염전이 모니터링(기름유출 등)
	7	드론을 활용한 해양 기상 및 기후 조사 분석·예측 시스템 개발	기상/기후조사(수집, 분석, 제공 등)
	10	해양 수질 측정용 채수·분석 공중 드론 기술개발	연근해 수질 모니터링(채수드론)
해양 개발	5	해양자원 분포 모니터링 수중 드론 기술개발	해양자원 탐사
	6	플랜트 시설 검사 수중 드론 기술개발	플랜트 시설 검사

〈표 4-14〉 수산분야 드론 활용 대상 과제 발굴

부문	추진 순위	세부과제	적용분야
어촌 양식	5	양식어장 분포도 조사 공중드론 도입 사업	양식 어장 이용 개발 및 관리(영상판독, 어장정비 지원)
	7	어획물 도난 사고 감시 드론 도입 사업	양식어장 관리 및 양식수산물 도난 방지 선용품 도난 방지
어업 정책	2	수산 예찰 공중 드론 도입 사업	적조예찰(유해 플랑크톤)
			해파리예찰
			부유성 해조류 모니터링
	2	수산 예찰 수중 드론 기술 개발	적조예찰(유해 플랑크톤)
			냉수대 및 빈산소수괴 모니터링
			해파리예찰
지도 교섭	1	불법조업 감시·제압 공중드론 기술개발	부유성 해조류 모니터링
			육상양식장 배출수 모니터링
수산 자원	6	수산자원 수중 분포 및 양성상태 모니터링 드론 기술 개발	해양쓰레기 모니터링(어망 부위 등)*
			국내 조업구역 및 불법조업 모니터링 단속
			중국어선 불법조업 모니터링 및 단속
			신규 양식어장 개발 및 적지 분석
			연근해어업 어군 탐지**
			수산자원 방류 모니터링
			양식 수산물 양성 상태 모니터링(어류, 굴, 전복 등)
			양식 수산물 작황 모니터링(김, 미역, 다시마 등)

* 어망, 부위 쓰레기는 배출 금지법 시행 예정

**연근해어업 어군탐지는 R&D 시행 중(2017년)

2) 해운·항만 분야

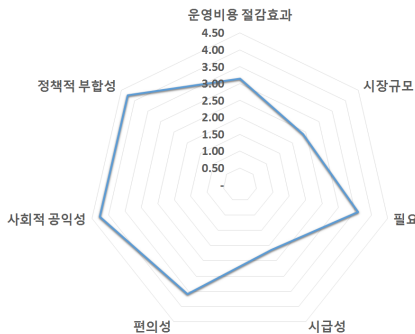
해운항만분야의 드론의 주요 활용목적은 비용절감, 작업안전 확보, 운송대체, 보안강화, 항만인근지역 교통 및 운영 효율화이다. 그에 따른 주요기능으로는 조사 / 정보제공 / 분석 기능, 검사 / 정보제공 기능, 운송기능 등이 있다.

먼저 총 42개 적용분야를 사용영역, 유사기능 및 이동거리, 운용시간 별로 정리하여 16개 세부과제(해운분야 7개, 항만분야 9개)로 통합하였다. 각 세부과제는 적용분야는 조금씩 다르나 같은 드론을 공용으로 사용하거나 센서 교체 등 약간의 조정 등을 통해 드론을 공유할 수 있는 분야로 묶여 있다.

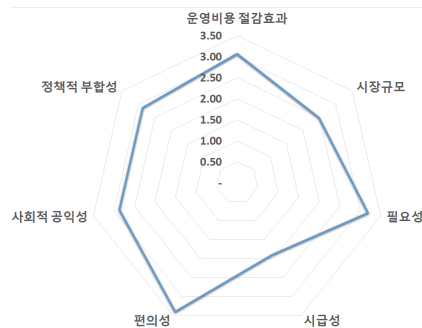
이후 각 세부과제를 해당 드론의 사용목적 및 영역에 따라 다시 그룹핑을 하였다. 16개 세부과제의 사용목적은 크게 항만물류, 항만운영, 항만개발, 해사산업, 해사안전 등 5개로 분류할 수 있다.

또한 3장에서 도출된 적용분야별 우선순위를 기반으로 각 세부과제별 우선순위를 선정하였다. 해운분야에서는 해상조난자 감시 및 구난용 드론 도입사업, 선박안전검사전용 드론 기술개발, 항계 및 항만구역 광범위 감시 무인비행체 도입사업 등이 추진우선순위가 높은 사업으로 선정되었다. 해상조난자 감시 및 구난용드론 도입사업의 경우 운영비용 절감효과는 높지 않으나 필요성 및 공익성, 정책적 부합성이 높게 나타나고 있으며 선박안전검사전용 드론 기술개발의 경우는 필요성 및 편의성이 높게 나타나고 있는 것을 볼 수 있다.

〈그림 4-28〉 해상조난자 감시 및 구난용 드론 도입사업 항목별 분석

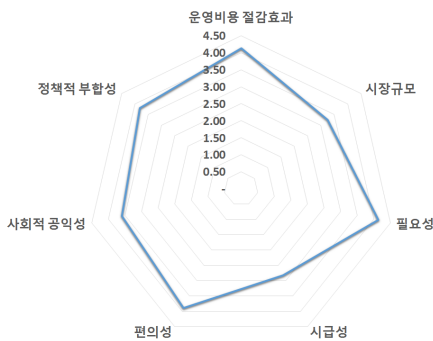


〈그림 4-29〉 선박안전검사전용 드론 기술개발 항목별 분석

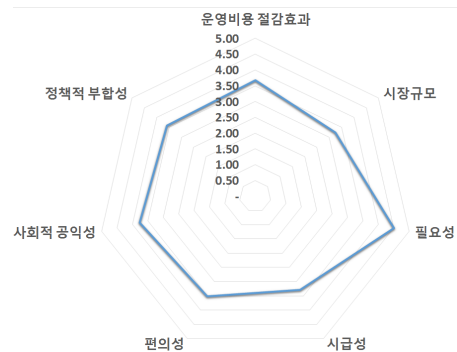


항만분야에서는 항만수중구조물의 안전을 확보하기 위한 ‘항만수중구조물 검사드론 기술개발’이 우선적으로 추진해야 할 과제로 선정되었다. 다음으로는 ‘항만보안용 경비드론 도입사업’, ‘드론기반 항만 상부시설 검사 및 관리시스템 구축사업’ 등 항만의 안전 및 보안을 담보하기 위한 사업들이 우선 추진사업으로 선정되었다. 해당 과제를 항목별로 분석해 보면 운영비용 절감효과 및 필요성, 편의성은 물론 공익성과 정책적 부합성에서도 비교적 높은 점수를 받고 있음을 볼 수 있다.

〈그림 4-30〉 항만수중구조물 검사드론
기술개발 항목별 분석



〈그림 4-31〉 항만보안용 경비드론
도입사업 항목별 분석



기타 드론운용 통합관제센터 구축 사업 및 공중드론 지원 무인선 기술개발은 처음 수요조사에서 드러나지 않았으나 해운항만 분야에서 드론의 원활한 활용을 위해서는 필수적으로 요구되는 인프라 개념의 사업 및 기술이라 판단되어 최우선 순위로 선정하였다.

〈표 4-15〉 해운분야 드론 활용 대상 과제 발굴

부문	추진순위	세부과제	적용분야
해사 산업	0	공중드론 지원 무인선 기술개발	해상화물 무인운송
	2	선박 안전검사전용 드론 기술개발	선박 외부 수중/수상 양용검사
			선박 발라스트 탱크 두께검사
	4	해양기후(악천후) 대응 안전운항지원 공중드론 도입사업	악천후 시 도선사 지원 드론 선박 운항 보조 드론(암초 감시, 물살 확인 등)
해사 안전	0	드론운용 통합관제센터 구축 사업	지상화물 무인운송
	1	해상 조난자 감시 및 구난용 드론 도입사업	조난자 확인 및 구조
	3	항계 및 항만구역 광범위 감시 무인비행체 도입사업	항만감시(기존 차량감시)
			24시간 해상 감시
			집단체류지(물양장, 봉래동 물양장, 청학안벽 등) 관리
			우범항포구(송정리쪽 작은 항포구) 감시
	5	항계 내외 선박감시 양용(수상·공중)드론 기술개발	항만(화물선, 여객선, 어선 등) 내 밀입국 모니터링
			남외항정박지 정박선박 필수선원 승선여부 감시
			해상 선용품 적재/하역 감시 (배에 오르는 것이 위험함)

〈표 4-16〉 항만분야 드론 활용 대상 과제 발굴

부문	추진순위	세부과제	적용분야
항만개발	1	항만 수중구조물 검사 드론 기술개발	항만 수중시설물 점검 및 관리
항만물류	3	드론기반 항만 상부시설 검사 및 관리시스템 구축사업	항만 해상건설장비 검사
			항만 대형하역장비 검사
			항내 선박외형 수중검사
			항만 장비/시설물 모니터링(공중)
	4	항만-선박-도서 간 긴급화물운송 공중드론 도입사업	자연재해 이후 항만시설(방파제등) 점검(공중)
			항만수심측량
			하역장비 운영중 이상검사
항만운영	6	항만화물운송용 지상무인이동체 도입사업	도서지역 긴급물품배송 드론
			긴급 선용품 공급 드론(구호품/부품 등)
			검사지원서류 이송 드론
	7	항만구역 교통관제시스템 구축용 무인비행체 도입사업	여객선 화물 운송드론(무정선/화물운송)
			지상화물 무인운송
			화물차 정체구간 확인 및 분석
	2	항만보안용 경비드론 도입사업	항만주변 도로(불법정차/샷시방치) 감시
			항만 내 경비/보안/순찰 필요
	5	항계 내 선박운항 및 접안지원드론 도입사업	항계 내 도선사 지원 드론
			항계 내 항해사 지원 드론
	8	항만 내 작업 및 화물상태 감시전용 드론 도입사업	하역작업 감시 및 모니터링
			선박상하역 작업지시 및 확인
			냉동컨테이너 플러그 인/아웃 모니터링
			항만화물 적재상태 모니터링
			선내 가스누출 상태 모니터링
			선창확인 모니터링
	9	항만 화물 보안검색용 지상드론 도입사업	하역/적재 시 선박흡수 모니터링
			컨테이너 내부 검색

제5장 해양수산분야 드론활용 중장기 실행로드맵

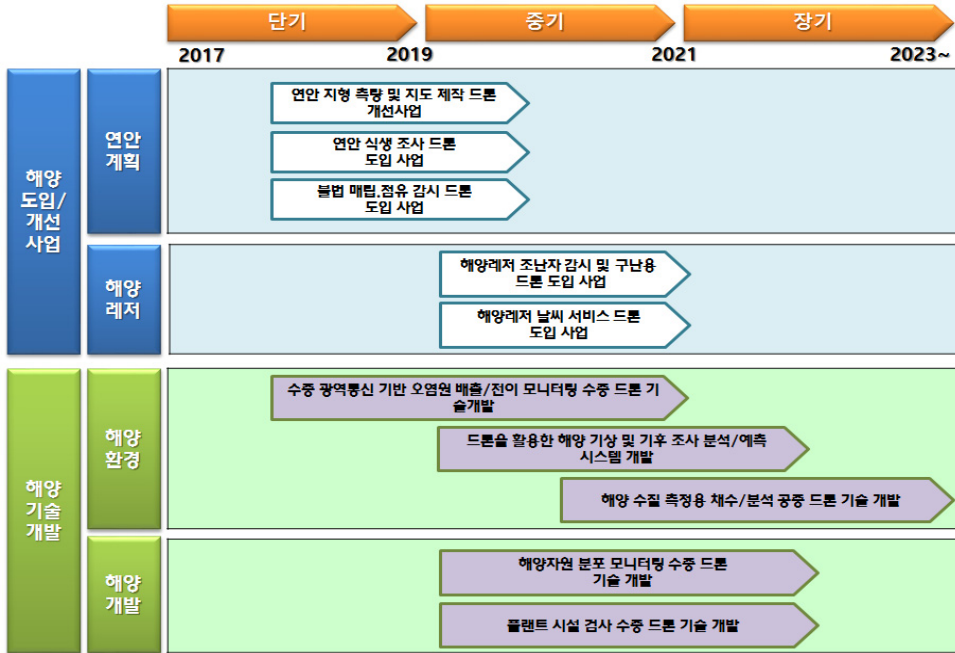
제1절 과제별/시기별 활용 로드맵 수립

1. 해양·수산분야 드론활용 추진 로드맵

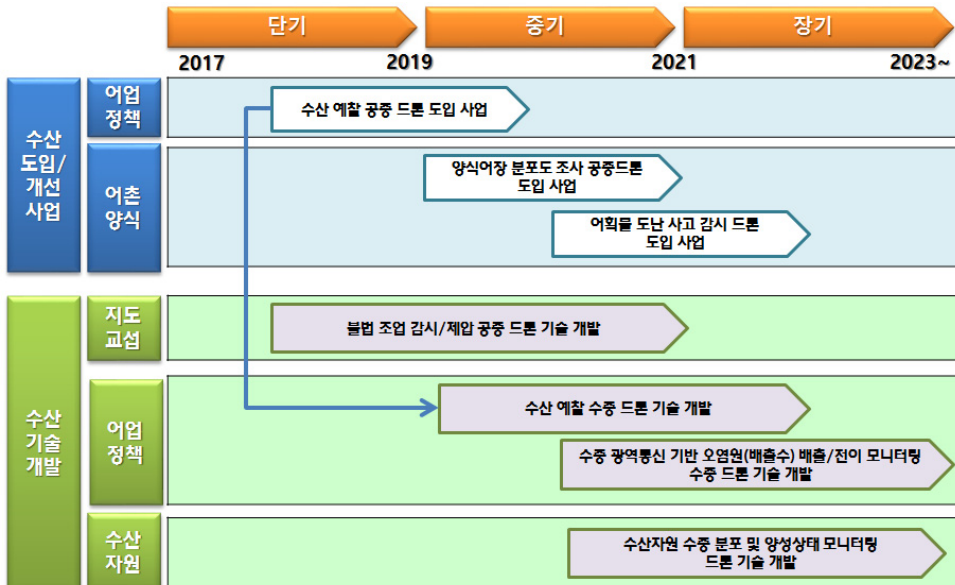
연안 지형 측량 및 지도 제작, 연안 식생 조사, 불법 매립·점유 감시 드론 도입 사업 등 연안계획 분야 드론은 2018년에 시행한다. 해양레저 조난자 감시 및 구난, 해양레저 날씨 서비스 등 해양레저 분야 드론은 2019년에 사업을 시작한다. 오염원 모니터링 기술 개발은 2018년, 해양 기상·기후 조사/분석, 해양 자원 모니터링, 플랜트 시설검사 수중 드론은 2019년에 개발을 시작하고, 해양 수질 측정용 채수/분석 공중 드론은 2020년에 연구개발을 시행한다. 단기적으로는 현재 드론으로 적용 가능한 작업을 추진하고, 장기적으로는 수중 및 심해에 적용 가능한 해양 특화 드론, 장거리, 장시간 체공을 위한 드론을 개발하는 것이다.

수산업체 공중드론을 도입하고 난 뒤 수중 드론을 개발한다. 수산 생산량에 직접적인 영향을 미치는 불법 조업을 감시·제압하기 위한 드론을 우선적으로 개발해야 한다. 양식어장 분포도 조사, 어획물 도난 사고 감시 공중드론은 사업화하고, 배출수 등 오염원 모니터링, 수산자원 분포 및 양성상태 모니터링을 위한 수중 드론 기술개발은 중장기적으로 추진하는 것이 필요하다.

〈그림 5-1〉 해양분야 드론 활용 추진 로드맵



〈그림 5-2〉 수산분야 드론 활용 추진 로드맵

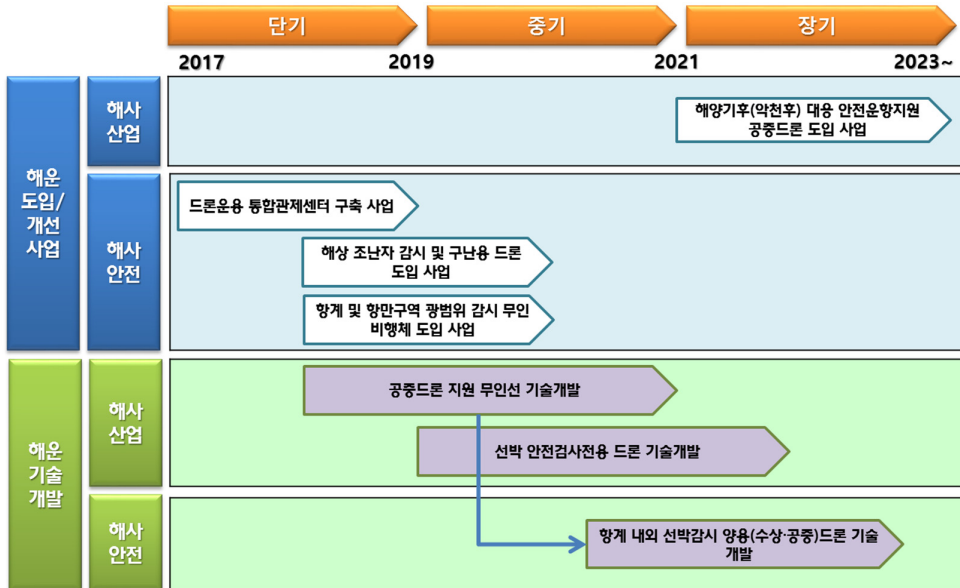


2. 해운·항만 분야 드론활용 추진 로드맵

해운분야 드론활용을 위해서 가장 먼저 추진되어야 하는 사업은 드론운용을 위한 기반 인프라사업인 드론운용 통합관제센터의 구축이다. 해당 센터는 해운 분야는 물론 항만분야에서 활용되는 드론의 관제 및 공공드론의 통합운용, 전문가 양성 등을 담당하게 된다. 해당 센터는 2019년까지 구축을 목표로 한다. 현재 필요성이 높다고 판단된 해상조난자 감시 및 구난용 드론과 항계 및 항만 구역의 광범위한 지역을 24시간 감시하는 무인 비행체 도입 사업은 2018년 계획을 시행하여 2020년까지는 도입 완료를 목표로 한다. 해양 기후의 악조건 속에서도 비행, 선박의 안전운항과 접안을 지원하는 드론의 도입은 관련 제어기술이 타분야에서 개발될 것으로 기대되는 2021년 이후에 도입을 고려한다.

해운분야 특화기술 개발 부분은 먼저 해상의 넓은 구간을 자유롭게 이동할 수 있도록 지원하기 위한 공중드론 지원용 무인선 기술의 개발이 선행되어야 한다. 해당 무인선박에 다양한 공중드론을 탑재하고 해상으로 이동하다가 필요한 지역에서 공중드론을 날려 감시 및 정찰 등을 수행할 수 있다. 이러한 무인선의 개발이 이뤄지면 이를 기반으로 2020년부터 항계 내외의 선박감시용 드론 개발에 착수, 정박지 등에서 선용품의 적하 확인, 필수선원 탑승확인 등의 업무를 수행할 수 있게 된다. 동시에 선박의 수중 정밀 안전검사 및 선체 내를 자유롭게 이동할 수 있는 지상드론 등의 개발은 2019년부터 추진한다.

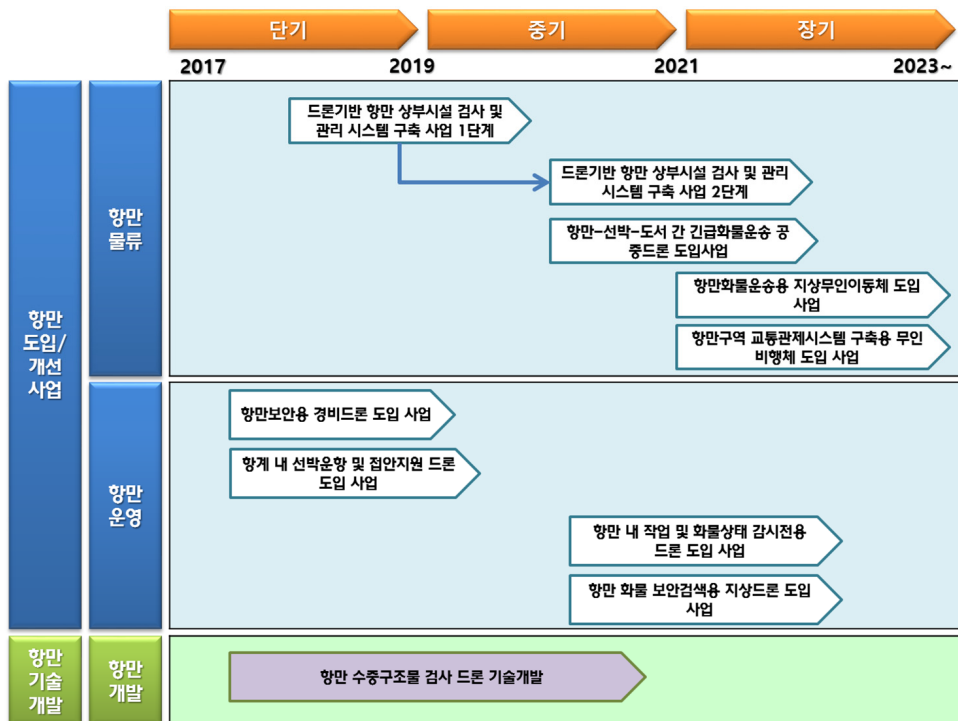
〈그림 5-3〉 해운분야 드론 활용 추진 로드맵



항만분야에서는 기술개발보다는 기존 드론의 도입 및 개선사업에 집중한다. 먼저 드론기반 항만 상부시설 검사 및 관리시스템 구축사업 1단계를 2018년부터 시행한다. 해당 사업에서는 기존의 드론을 활용, 해상대형장비나 대형하역 장비 등의 검사, 방파제 및 안벽시설의 검사 등에 드론을 도입한다. 이후 기술 여건이 성숙되면 2단계 사업에서 움직이는 장비를 추적하며 검사할 수 있는 드론의 개선 및 도입을 추진한다. 또한 현재 타분야에서 개발되는 있는 고중량 운송드론의 개발이 이뤄지면 이를 기반으로 항만-선박-도서간 긴급화물운송 공중드론 도입사업을 2020년부터 추진한다. 도입의 필요성 및 시급성이 낮다고 판단되는 화물운송용 지상드론과 교통관제용 드론은 2020년 이후로 도입시기를 늦춘다. 항만운영과 관련되어서 필요성 및 운용비용 절감효과가 비교적 높고 바로 도입이 가능한 항만보안용 경비드론 도입사업을 2018년부터 추진하고 마찬가지로 이미 기술적으로 완성되어 있는 항계 내의 혼잡구간 정찰 및 집안 지원 드론의 도입도 2018년에 추진한다. 그 외 작업 및 화물상태 감시드론 및 컨테이너 내부를 살펴보는 드론의 도입은 2020년 이후 도입을 고려한다.

항만분야 기술개발 관련 과제는 항만의 수중구조물 정밀 검사드론의 개발로 2018년부터 추진한다.

〈그림 5-4〉 항만분야 드론 활용 추진 로드맵



제2절 드론활용 실용화 방안

1. 추진과제별 드론 운용주체 및 기능 구분

1) 추진과제별 운용주체

추진해야 할 과제별로 드론 활용의 실용성을 높이기 위해 각 부문별로 수요분야와 운용주체를 살펴보았다. 우선 해양부문에서는 연안측량, 해양환경, 해양

관리, 해양연구 부문에서 수요가 발생하는 것으로 분석되었다.

각 과제별 운용주체로서는 연안측량의 경우 측량업체 및 공공기관 및 연구소⁴⁷⁾, 해양환경 및 관리분야에서는 해양수산청, 해양의 각종 연구목적으로는 국립수산물과학원, 한국해양과학기술원 등과 같은 관련 연구소가 드론의 운용주체가 되는 것으로 나타났다.

〈표 5-1〉 수요처에 따른 추진 대상과제(해양부문)

구분	수요 분야	세부 과제	운용주체
해양	연안 측량	연안 지형 측량 및 지도 제작 드론 개선 사업	측량업체 공공기관
	해양 환경	수중 광역통신 기반 오염원(기름 등) 배출·전이 모니터링 수중 드론 기술 개발	해양수산청
	해양 관리	해양 오염물(쓰레기 등) 감시 공중 드론 도입 사업 불법 및 사건/사고(불법 점유/매립, 고립자 등) 감시 공중드론 도입 사업	
	해양 연구	해양 수질 측정용 채수 분석 공중드론 기술 개발	공공기관 연구소
		드론을 활용한 해양 기상 및 기후 조사 분석·예측 시스템 개발	
		연안 식생 조사 공중드론 도입사업	
		해양자원 분포 장거리 모니터링 공중드론 기술 개발	

수산분야의 경우 수산물관측, 수산환경 및 수산자원관리, 수산환경 및 자원연구분야에서 수요가 발생하는 것으로 나타났다.

이와 관련된 운용주체로서는 수산물관측으로는 민간 관측업체, 수산예찰 담당 공공기관⁴⁸⁾ 및 연구소, 수산환경·자원·불법의 관리는 해양수산청, 해경 등이 주요 운용기관들이다. 또한 각종 수질측정 및 수산자원 분포 등의 연구목적을 위한 관련 공공기관 및 연구소가 드론의 운용주체가 될 것으로 조사되었다.

47) 국립해양조사원 등 해양관련 공공기관 및 연구소

48) 국립수산물과학원 등

특히 해양 및 수산부문에서는 관리와 연구부문에서 수요가 발생하고 있으나 특수한 분야로서 드론시장 수요가 많지는 않을 것으로 보인다. 그러나, 드론을 활용할 경우 수산자원 및 해양환경의 보호라는 공공적 측면에서 드론이 상당한 기여를 할 것으로 나타나고 있다.

〈표 5-2〉 수요처에 따른 추진 대상과제(수산부문)

구분	수요 분야	세부 과제	운용주체
수산	수산 관측	수산 예찰 공중드론 도입 사업	관측업체 연구소
		수산 예찰 수중드론 기술 개발	
	수산 환경 관리	수중 광역통신 기반 오염원(배출수 등) 배출 전이 모니터링 수중드론 기술 개발	해양수산청
		해양오염물(어망/어구) 감시 공중드론 도입 사업	
	수산 자원 관리	불법조업 감시·제압 공중드론 기술 개발	해양수산청 해경
		불법 및 사건/사고(수산물, 선용품 도난) 감시 공중드론 도입 사업	
	수산 환경 연구	해양 수질 측정용 채수·분석 공중드론 기술 개발(연근해)	공공기관 연구소
	수산 자원 연구	수산자원 수중 분포 및 양성상태 모니터링 드론 기술 개발	

해운부문에서 수요분야는 주로 선박작업 안전 및 비용절감, 해상운송, 해사 안전, 해사산업 분야로 분류되었다.

수요분야에 따른 운용주체로서 작업안전 및 비용절감 부문은 선박검사전문 기관, 해상운송 부문은 컨테이너 및 벌크선사 등이 이에 해당된다. 해사안전 부문 중 조난 및 구난의 경우 해양경찰(국민안전처 등), 항계내에 안전한 선박운항과 접안을 지원하기 위한 선사, 부두운영사 등이 조사되었다. 해사산업분야에서는 공중드론을 지원하기 위해 무인선의 개발이 이루어져야 하며 세관, 해양수산청 및 해경 등 드론을 활용하는 기관 대부분이 이에 해당된다.

해양, 수산, 해운 및 항만물류 등 각 분야에서 지역별, 시설별로 다양한 종류의 드론을 활용하기 위해서는 드론운용의 종합적 관리시스템이 구축되어야 하며 이는 해양수산부 차원의 드론 구축 및 통합관리시스템이 되어야 할 것이다.

〈표 5-3〉 수요처에 따른 추진 대상과제(해운부문)

구분	수요 분야	세부 과제	운용주체
해운	작업안전 및 비용	· 선박 안전검사 전용드론 기술 개발	선박검사 기관
	해사 안전	· 해상 조난자 감시 및 구난용 드론 도입 사업	해경
		· 항계 내 선박운항 및 접안지원드론 도입 사업	선사 부두운영사
		· 드론운용 통합관제센터 구축 사업	해양수산청 항만공사
	해사 산업	· 공중드론 지원무인선 기술 개발	세관 해양수산청 해경

항만물류부문에서는 항만작업안전 및 비용절감, 항만물류운송, 항만보안, 항만구역교통, 항만시설운영 및 항만안전 부문 등 6개 부문으로 분류되었다.

과제별, 수요분야별 운용주체로는 항만 내 초대형시설/장비/선박 등 검사를 위해서는 관련시설 전문 검사기관, 부두운영사 등이 운용주체로 조사되었다. 항만 수심측량 및 수중 구조물 검사 부문에서는 주로 대상시설물의 관리주체인 항만공사가 운용하는 것이 적합한 것으로 나타났다. 항만 내에서는 물류운송을 위한 지상자율주행 드론이 사용가능한데 이는 주로 부두운영사에서 구매, 운영하는 부분이다. 현재 해외 완전무인자동화항만에서는 부두 내 터미널 무인차량인 AGV(Automated Guided Vehicle)가 운행되고 있다. 향후 항만-선박-도서 간 긴급물품 운송과 같은 항만물류운송 부문은 주로 부두운영사 또는 별도의 전용품업체와 같은 제3의 서비스기업들이 서비스를 수행할 수 있다. 항만보안 부문은 드론활용을 가장 필요로 하는 수요분야로서 화물보안검색, 밀입국 감시, 항계 내외 감시를 위해 세관에서 주로 운용하게 되며 항만 내의 음영 및 통제구

역 보안을 위한 무인경비 등 부두운영사가 운용주체가 된다. 또한 항만 내에서 각종 화물 상하역작업, 화물적재상태, 접안선박의 가스누출 감시 등 항만시설 운영과 안전 부문에서도 부두운영사별로 드론을 구입, 운용이 가능하다. 이외에도 선박 상하역작업에 따른 선박의 실시간 홀수감시를 위해 선사에서 드론을 운용할 수 있다.

해운 및 항만물류 부문은 국가적 공공, 공익적 성격보다는 민간사업 분야의 보안, 안전, 비용절감 등과 관련된 효율성 확보를 위해 운영하는 부문으로 사업적 타당성이 있을 경우 활용범위와 활용대상 규모는 매우 클 것이라 판단된다.

〈표 5-4〉 수요처에 따른 추진 대상과제(항만물류부문)

구분	수요 분야	세부 과제	운용주체
항만 물류	작업 안전 및 비용	· 드론기반 항만 상부시설 검사 및 관리시스템 구축 사업	부두운영사 항만/해상장비검사 기관
		· 항만 수중구조물 검사드론 기 개발	항만공사
	항만 물류 운송	· 항만화물운송용 지상무인이동체 도입 사업	부두운영사
		· 항만-선박-도서 간 긴급화물운송 공중드론 도입 사업	
	항만 보안	· 항만보안용 경비드론 도입 사업	부두운영사
		· 항만화물 보안검색용 지상드론 도입 사업	세관/항만공사
		· 항계 내외 선박감시 양용(수상·공중)드론 기술 개발	
		· 항계 및 항만구역 광범위 감시 무인비행체 도입 사업	
	항만 교통	· 항만구역 교통관제시스템 구축용 무인비행체 도입 사업	항만공사/해양수산청
	항만 시설 운영	· 항만 내 작업 및 화물 상태 감시전용드론 도입 사업	부두운영사
	항만 안전		

2) 드론기능별 추진과제

드론 관련 추진과제들을 살펴보면 크게 i) 조사정보제공기능, ii) 검사정보제공기능, iii) 감시·정보제공·경고기능, iv) 운송기능, v) 관리기능, vi) 보조기능 등 6가지 기능으로 나누어 볼 수 있다. 동 기능들은 기 개발중인 통신중계기능을 제외하고는 드론이 구현할 수 있는 대부분의 기능들을 모두 포함하고 있다. 물론 운송기능과 같은 경우 장래 기술수준 및 개발 시기에 따라 경량화물에서 향후 초중량화물까지도 운송 가능할 수 있는 부분도 있을 것이다.

우선 조사정보제공기능과 관련된 과제들은 해양, 수산 및 항만물류 부문에서 가장 우선적으로 추진해야 할 과제들로 나타나고 있다. 주로 수심 및 지형측량, 수질측정, 해양기상 및 기후조사, 수산자원 및 식생분포 등 조사를 위한 과제들이 선정되었다.

각종 조사, 정보제공 및 분석을 위한 드론활용 요구과제는 해양분야에서 6개 과제, 수산분야 2개 과제, 항만분야 1개 과제가 도출되었다. 특히 해양분야는 연안 식생조사, 해양기후 조사, 자원분포 조사, 연안지형측량 등 공공적 조사사업에 드론도입의 의향이 매우 높았다. 특히 수질측정을 위한 채수, 기상예측시스템, 자원모니터링 등의 분야에서는 해양만의 특화된 기술개발 요소를 가지고 있는 것으로 나타났다. 그 외 식생조사, 날씨서비스, 측량 등은 기존 범용드론을 활용하는 도입사업으로 추진이 가능하다. 수산분야에서는 수산자원의 수중분포 및 양성조사를 위한 수중드론 개발에 초점을 두고 있으며 양식장 분포조사는 기존 범용드론의 도입을 통해 활용가능하다.

〈표 5-5〉 드론활용 기능에 따른 추진 대상과제(조사/정보제공)

기능	세부과제	분야
조사/ 정보제공/ 분석	· 연안 식생 조사 드론 도입 사업	해양
	· 해양 레저 날씨 서비스 드론 도입 사업	
	· 해양 수질 측정용 채수·분석 드론 기술 개발	
	· 드론을 활용한 해양 기상 및 기후 조사 분석·예측 시스템 개발	
	· 해양 자원 분포 장거리 모니터링 드론 기술 개발	
	· 연안 지형 측량 및 지도 제작 드론 개선 사업	
	· 양식어장 분포도 조사 드론 도입 사업	수산
	· 수산자원 수중 분포 및 양성상태 모니터링 드론 기술 개발	
	· 드론기반 항만 상부시설 검사, 조사 및 관리시스템 구축 사업	항만

검사정보제공기능과 관련된 과제들의 경우 주로 해운과 항만물류 부문에서 드론이 많이 사용될 것으로 나타나고 있다. 선박 내외부, 초대형 항만장비 및 시설, 수중 내 항만구조물, 해양플랜트 시설 등 사람이 직접 작업하기 어려운 곳에 드론을 활용하기 위한 과제들이 많이 발굴되었다. 해양부문의 경우 플랜트 수중시설의 검사를 위한 수중드론 기술개발 과제가 도출되었다.

〈표 5-6〉 드론활용 기능에 따른 추진 대상과제(검사/정보제공)

기능	세부과제	분야
검사 정보제공/ 분석	· 플랜트 시설 검사 수중 드론 기술 개발	해양
	· 선박 안전검사 전용드론 기술개발	해운
	· 드론기반 항만 상부시설 검사, 조사 및 관리시스템 구축 사업	항만물류
	· 항만화물 보안검색용 지상드론 도입 사업	
	· 항만 수중구조물 검사드론 기술개발	

감시·정보제공·경고기능을 가진 드론의 경우 16개의 요구과제가 도출되었다. 이중 해양분야는 3개의 기존 드론 도입과 1개의 기술개발 사업, 수산분야는 2개의 도입 사업과 3개의 기술개발 사업, 해운은 3개의 기술개발 도입 사업과 1개의 R&D사업, 항만물류는 3개의 도입 사업이 도출되었다. 해양수산의 경우 수중통신기술, 수중드론 본체기술, 물리적 액츄에이터 기능을 가져야 하는 특수한 기능을 가진 드론들이 기술개발 사업으로 도출되었다.

마찬가지로 해운, 항만물류 분야의 사업의 경우 대부분이 항계구역 광범위 감시, 해상조난 및 구난, 항계 내외 선박, 항만 내 화물 및 시설, 작업감시, 항만 인근 교통관제 등과 관련된 감시기능을 수행하며 대부분의 사업이 기존 드론을 활용하는 도입 사업으로 추진된다.

〈표 5-7〉 드론활용 기능에 따른 추진 대상과제(감시/경고/정보제공)

기능	세부과제	분야
감시/ 정보제공/ 경고	· 해양 오염물(쓰레기 등) 감시 공중 드론 도입 사업	해양
	· 불법 매립·점유 감시 드론 도입 사업	
	· 해양레저 조난자 감시 및 구난용 드론 도입 사업	
	· 수중 광역통신 기반 해양 오염원(기름) 배출 전이 모니터링 수중 드론 기술 개발	
	· 수산 예찰 공중 드론 도입 사업	수산
	· 어획물 도난 사고 감시 드론 도입 사업	
	· 수중 광역통신 기반 수산 오염원(배출수 등) 배출 전이 모니터링 수중 드론 기술 개발	
	· 수산 예찰 수중 드론 기술 개발	
	· 불법조업 감시·제압 드론 기술 개발	해운
	· 항계 및 항만구역 광범위감시 무인비행체 도입 사업	
	· 해상 조난자 감시 및 구난용 드론 도입 사업	
	· 해양기후(악천후) 대응 안전운항지원 공중드론 도입 사업	
	· 항계 내외 선박감시 양용(수상·공중)드론 기술개발	항만물류
	· 항만구역 교통관제시스템 구축용 무인비행체 도입 사업	
	· 항만 내 작업 및 화물 상태 감시전용드론 도입 사업	
	· 항만보안용 경비드론 도입 사업	

화물의 운송, 관리, 지원 등을 위한 드론기능으로는 항만물류 및 해운분야에 필요한 것으로 나타났다. 항만-항만 간 화물운송 무인선박, 항만 또는 부두 내 화물 무인이동체, 항만-선박-도서 간 공중드론을 이용한 긴급경량물품 운송 등이 추진과제로 도출되었다. 특히 향후 해양, 수산, 해운 및 항만물류 각 분야에 도입, 운영되는 드론의 통합적인 지원과 관리를 위해 『공중드론 지원 무인선 기술 개발』, 『드론운용 통합관제센터 구축사업』은 사업 우선순위에 관계없이 반드시 선제적인 추진이 이루어져야 한다.

〈표 5-8〉 드론활용 기능에 따른 추진 대상과제(운송/관리/보조)

기능	세부과제	분야
운송	· 항만화물운송용 지상무인이동체 도입사업	항만물류
	· 항만-선박-도서 간 긴급화물운송 공중드론 도입사업	
관리	· 드론운용 통합관제센터 구축사업	해운
지원	· 공중드론 지원무인선 기술 개발	
	· 항계 내 선박운항 및 접안지원드론 도입사업	

2. 사업추진 방향

1) 해양수산분야 드론 도입사업과 R&D 사업

앞서 언급된 바와 같이 기존 드론을 활용하는 도입사업으로 추진할 것인지와 R&D 사업으로 추진해야 할 것인지에 대한 방향설정이 필요하다.

도입사업으로 추진할 경우 i) 현 범용화된 드론으로 즉시 적용 가능한 과제, ii) 일부 기존 드론의 개선을 통한 사업추진이 가능한 과제들로 구성하였다. R&D 사업으로 추진할 과제들은 i) 해양수산분야에 특화된 새로운 기술, ii) 기존 범용드론으로 한계성을 가진 기술들로 구성하였다.

아래의 <표 5-9>는 도입사업과 R&D사업으로 분류한 세부기준이다. 그 기준은 크게 드론제작 하드웨어 사양에 있어서는 현존기술로 구현가능한지, 새로운 기술개발이 필요한지를 전문가의 판단에 따라 사업종류를 구분하였다. 또한 제어, 통신, 센서, 보조기능, 페어링, 운영 등 해양·수산, 해운·항만물류의 업무에 특화된 경우 R&D 사업추진으로 분류하였다.

〈표 5-9〉 도입사업과 R&D 사업 기준

분류 기준		드론사업	R&D 사업
1	· 하드웨어 사양 (무게, 거리, 운영시간)	· 전문가 판단 (현존기술)	· 전문가 판단 (개발 기술)
2	업 제어	· 자동 or 원격	· 자율
3	무 통신	· 기존	· 밀폐/철구조물/해상
4	특 센서 (감시/검사/조사)	· 기존	· 인식수준/항목
화			

〈표 5-9〉 도입사업과 R&D 사업 기준(계속)

분류 기준		드론사업	R&D 사업
5	보조기능 (채집/조명 등)	· 무	· 유
6	페어링 (착륙/충전)	· 무	· 유
7	운영 (24시간)	· 무	· 유

기 개발된 드론을 도입하거나 일부 개선하여 즉시 사업으로 추진 가능한 부분을 살펴보면 해양에서는 5개의 사업, 수산 3개 사업, 해운 4개 사업, 항만 8개 사업 등 총 20개 사업이 도입되어야 하는 것으로 나타났다.

또한 기존의 드론을 활용하기 어렵거나 드론개발보다는 분석, 예측시스템 등 드론의 수집정보를 이용한 부가적기술 개발은 R&D 사업으로 수행한다. 동 R&D 사업으로 수행하는 과제들은 해양 5개 사업, 수산 4개 사업, 해운 3개 사업, 항만물류 1개 사업 등 총 13개 사업인 것으로 나타났다.

가. 도입 및 개선사업(기존 드론 활용)

(1) 해양부문

해양에서 도입 우선순위가 가장 높은 사업은 연안의 지형측량과 지도제작을 목적으로 드론을 개선, 도입하는 사업이다. 드론의 주요 기능으로는 해안선의 실시간 변동성, 연안침식이 확인되어야 하며 측량 가능하고 라이다의 경량화가 이루어져야 한다. 두 번째로는 연안식생조사를 위한 드론을 도입하는 부분이며 연안의 식생정보와 생태환경 정보도 수시로 제공될 수 있도록 해야 한다. 세 번째로는 연안지역 불법매립 점유상태를 실시간 감시하는 드론을 도입하는 것으로서 연안의 시설물 변화를 24시간 감시하고 인지할 수 있는 기능을 가져야 한다.

해양분야에서는 주로 연안계획 부문에서 드론의 사용요구가 매우 높았다.

〈표 5-10〉 기존 드론을 활용한 도입사업(해양)

부문	추진 순위	도입사업	핵심기능
연안 계획	1	· 연안 지형 측량 및 지도 제작 드론 개선사업	1. 해안선 변동 확인 기능 2. 연안침식 실태조사 사업 활용 3. 국토지리정보원 기준에 따른 측량 기술 4. 라이다 정량화 기술
	2	· 연안 식생 조사 드론 도입사업	1. 연안 식생 조사 기능 2. 연안 생태환경도 작성 데이터 제공
	3	· 불법 매립 점유 감시 드론 도입사업	1. 불법 점유 시설물 변화 등 영상인식 기술
해양 레저	4	· 해양레저 조난자 감시 및 구난용 드론 도입사업	1. 고립자 등 대상인식 기술 2. 태풍 등 악천후 시 사고자 인식 기술
	5	· 해양 레저 날씨 서비스 드론 도입사업	1. 일반인대상 해양레저 관련 날씨 정보 제공

(2) 수산부문

수산부에서 도입 우선순위가 가장 높은 사업은 수산 예찰을 목적으로 드론을 도입하는 사업이다. 동 드론의 주요 기능으로는 야간비행이 가능해야 하며 피해요소 영상인식과 판독이 필요하고, 비 가시권의 비행이 이루어져야 한다. 두 번째로는 양식어장 분포도 조사를 위한 드론 도입으로서 고해상도 영상 촬영 및 해석기능, 빅데이터 기반 미래 수산자원 및 환경예측이 가능한 시스템 도입도 갖추어져야 한다.

해양분야에서는 어업정책 부문에서 드론의 사용요구가 매우 높았다.

〈표 5-11〉 기존 드론을 활용한 도입사업(수산)

부문	추진 순위	도입사업	핵심기능
어업 정책	1	· 수산 예찰 공중 드론 도입사업	1. 해양수산 야간 비행 기능 2. 피해요소 영상 인식·판독 기능 3. 비가시권 비행 법률 개정
어촌 양식	2	· 양식어장 분포도 조사 공중드론 도입사업	1. 고해상도 영상촬영 및 해석 기능 2. 빅데이터 기반 미래 수산자원 및 수산환경 예측 기능
	3	· 어획물 도난 사고 감시 드론 도입사업	1. 어획물 도난 감시 및 알람 기능

(3) 해운부문

해운부문에서 기존 범용성 드론을 활용하거나 일부 개선을 통해 해운산업에 도입할 수 있는 사업으로는 해사안전 3개 사업, 해사산업 1개 사업이 있다. 이 중 가장 우선적 도입이 요구되는 드론 사업은 해상조난자 감시와 구난을 위한 드론으로서 조난확인 및 구조기능을 가져야 한다. 두 번째로는 『항계 및 항만 구역 광범위감시 무인비행체 도입 사업』에 도입되는 드론으로서 24시간 항만 및 해상감시 기능, 집단계류지 관리기능, 우범 항포구 감시 기능 등을 가질 수 있어야 한다.

이보다 더 우선적으로 추진되어야 하는 사업은 『드론운용 통합관제센터 구축 사업』으로서 해양수산에서 운용되는 트론의 통제, 관제 등 효율적, 안전한 영을 위해 특정 구간 및 영역별로 관제센터 구축을 추진해야 한다.

〈표 5-12〉 기존 드론을 활용한 도입사업(해운)

부문	추진 순위	도입사업	핵심기능
해사 안전	2	· 항계 및 항만구역 광범위감시 무인비행체 도입사업	1. 항만감시(기존 차량감시) 기능 2. 24시간 해상 감시 기능 3. 집단계류지(물양장, 봉래동 물양장, 청학안벽 등) 관리 기능 4. 우범항포구(송정리쪽 작은 항포구) 감시 기능
	1	· 해상 조난자 감시 및 구난용 드론 도입사업	1. 조난자 확인 및 구조 기능
	0	· 드론운용 통합관제센터 구축 사업	1. 드론관제 및 통합운영 기능 2. VTS 연동기능
해사 산업	3	· 해양기후(악천후) 대응 안전운항 지원 공중드론 도입사업	1. 악천후 시 도선시 안전접안지원 기능 2. 해상장애물 및 이상기후 사전감지 기능

(4) 항만물류부문

항만물류부문에서는 항만물류와 항만운영 2개 부문에서 총 8개의 도입사업을 추진해야 하는 것으로 나타났다.

가장 우선적으로 드론 도입이 요구되는 곳은 항만보안용 무인경비 드론으로서 항만보안구역의 24시간 감시, 순찰 및 보안검색 기능을 가져야 한다. 두 번째로는 항만건설장비, 해상건설장비, 접안선박 등 초대형 시설에 대한 검사기능과 항만수심의 측량 및 작동중인 각종 장비들의 이상 기계음을 채집(안전문제)할 수 있는 기능을 가져야 한다. 세 번째 순위로는 항만-선박-도서 간의 긴급 화물을 드론으로 운송할 수 있는 시스템을 갖추어야 하는 것이다. 이를 위해 드론의 일정한 중량의 물품운송과 선박 및 육상에서 자율적인 이착륙 기능을 가질 수 있도록 해야 한다. 네 번째로는 항계 내에서 안전한 선박운항 및 접안의 지원을 유도할 수 있는 드론이 필요하다. 즉 도선사 및 항해사에 대해 운항유도 및 지속적 운항 정보제공이 이루어질 수 있도록 해야 한다.

기타 지상에서 화물 무인운송, 항만구역 교통관제, 항만운영작업 상태감시 및 화물보안 등의 드론 도입 요구가 있다.

〈표 5-13〉 기존 드론을 활용한 도입사업(항만물류)

부문	추진 순위	도입사업	핵심기능
항만 물류	6	· 항만구역 교통관제시스템 구축용 무인비행체 도입사업	1. 교통 및 장애물 정보수집 및 분석 기능 2. 경고 기능
	2	· 드론기반 항만 상부시설 검사, 조사 및 관리시스템 구축 사업	1. 해상건설장비 검사 기능 2. 대형하역장비 검사 기능 3. 항내 접안선박 외형수중검사 기능 4. 항만 장비/시설물 공중감시 기능 5. 항만 수심측량 기능 6. 이상기계음 감지기능
	3	· 항만-선박-도서 간 긴급화물운송 공중드론 도입사업	1. 물품운송 기능 2. 자율 이착륙 기능
	5	· 항만화물운송용 지상무인이동체 도입사업	화물 무인자동운송 기능 충돌회피 기능
항만 운영	7	· 항만 내 작업 및 화물상태 감시전용드론 도입사업	하역작업 감시 기능 화물인식(실넘버) 및 확인 기능 무인 냉동 컨 플러그 인아웃 감시 기능 화물적재상태 감시 기능 접안선박 가스누출 감시 기능 접안선박 선창 내 감시 기능

〈표 5-13〉 기존 드론을 활용한 도입사업(항만물류)(계속)

부문	추진 순위	도입사업	핵심기능
항만 운영	1	· 항만보안용 경비드론 도입 사업	항만 내 무인경비, 보안 및 순찰 기능
	8	· 항만화물 보안검색용 지상드론 도입 사업	이동 및 촬영을 통한 컨테이너 내부 검색기능
	4	· 항계 내 선박운항 및 접안지원드론 도입 사업	도선사 안전접안 지원기능 항해사 안전운항 지원기능

나. R&D사업(신규 드론 활용)

(1) 해양부문

해양부문에서는 총 5개의 드론 및 드론기반 시스템 R&D 과제들이 요구되었다. 가장 우선적으로 추진되어야 하는 R&D 사업은 수중 광역통신 기반의 해양 오염원 배출감시를 위한 수중드론의 개발이다. 이는 오염물 수중흐름의 추적이 가능해야 하며 경로 예측기능도 가져야 한다. 두 번째로는 해양자원의 분포에 대한 모니터링을 위해 수중드론이 개발되어야 하며 해양자원 모니터링 기술과 고해상도 촬영기술, 심해지역 통신기술 및 채광기술 등이 개발되어야 한다. 다행히 본 사업은 현재 선박해양플랜트연구소에서 유사기술을 개발중에 있다. 세 번째로는 플랜트와 같은 거대 해양구조물의 수중검사 드론에 대한 기술개발이 이루어져야 한다.

기타 해양기상 및 기후에 대한 분석, 조사 예측에 대한 분석시스템 개발이 이루어져야 하며 해양수질 측정을 위한 채수 기능 구현, 수집된 채수의 분석시스템이 개발되어야 한다.

〈표 5-14〉 신규 드론 R&D사업(해양)

부문	추진 순위	R&D사업	핵심기술
해양 환경	1	· 수중 광역통신 기반 오염원 배출 전이 모니터링 수중 드론 기술 개발	1. 오염물 수중 흐름 추적 기능 2. 오염물 경로 예측 기능
	4	· 드론을 활용한 해양 기상 및 기후 조사 분석·예측 시스템 개발	1. 해양환경 센서 기반 정보 수집 2. 악천후 해양환경 조사/해석 기술 3. 빅데이터 기반 미래 해양환경 예측 기술
	5	· 해양 수질 측정용 채수·분석 공중 드론 기술개발	1. 단기간 내 원양해역 물 채집 2. 채집된 원양해역 물의 수질 검사 및 분석 기능
해양 개발	2	· 해양자원 분포 모니터링 수중드론 기술 개발 ⁴⁹⁾ (현 개발중)	1. 해양자원 모니터링 기술 2. 심해지역에서의 고해상도 영상촬영 기술 3. 심해지역 해상통신 기술 4. 채광 기술
	3	· 플랜트 시설 검사 수중 드론 기술 개발	1. 수중 플랜트 부식 정도 영상촬영 기능 2. 수중 플랜트 시설물 부식 등 안전도 인식 및 해석 기능

(2) 수산부문

수산부문에서는 총 4개의 기술개발 과제가 도출되었다. 가장 우선순위가 높은 기술은 불법조업 감시와 이를 제압할 수 있는 드론제작 기술이다. 불법조업에 대한 해경의 안전과 불법조업자 제압을 위해서는 기존 드론과는 다른 특수한 본체 제작과 부가적 장치를 개발하여야 한다. 두 번째로는 수산의 예찰이 가능한 수중드론 개발이다. 동 드론은 수중 징후현상을 실시간 관찰하고 이를 기반으로 이상 여부를 해석할 수 있는 시스템을 갖추어야 한다. 세 번째 추진 과제는 수중 광역통신 기반 오염원 배출전이 감시 드론의 개발이다. 이는 해양 중 수산영역에 관련된 부분이나 기존 해양부문에서 개발 요구되는 드론과 동일한 기능을 가진 드론이다.

49) KRISO에서 ‘심해저 광물자원 통합채광시스템 개발연구’를 통해 채광 로봇 개발

〈표 5-15〉 신규 드론 R&D사업(수산)

부문	추진 순위	R&D사업	핵심기술
지도 교섭	1	· 불법조업 감시·제압 공중드론 기술 개발	1. 장거리/장시간 비행 및 고해상도 영상촬영 기술 2. 장거리 해상통신 기술 3. 불법조업 어선 및 어부 제압 기술
어업 정책	2	· 수산 예찰 수중 드론 기술 개발	1. 수중 징후 현상 관찰 기능 2. 관찰된 정보 기반 해석·예측 기술
	3	· 수중 광역통신 기반 오염원(배출수 등) 배출·전이 모니터링 수중 드론 기술개발	1. 오염물 수중 흐름 추적 기능 2. 오염물 경로 예측 기능
수산 자원	4	· 수산자원 수중 분포 및 양성상태 모니터링 드론 기술 개발	1. 수산자원 분포 현황 조사 기능 2. 수산자원 양성상태 판독 기능 3. 수산자원 생산량 예측 기능

(3) 해운부문

해운부문에서는 해사안전분야에서 1개, 해사산업분야에서 3개의 기술개발을 추진해야 하는 것으로 나타났다. 동 기술개발들은 대부분 해운분야에 특화된 사업으로 기존의 범용성 드론을 적용, 사용하기가 어려우므로 기존 원천기술을 기반으로 응용, 복합적인 새로운 드론을 개발하여야 한다.

우선적 추진과제는 해사산업분야의 선박 안전검사를 위한 전용드론으로 수중 및 수상 양용드론 구조를 가져야 하며 선박 외부의 검사 기능도 개발하여야 한다. 또한 선박 내부 발라스트탱크 두께의 검사도 가능한 장치가 장착되어야 한다. 두 번째 추진사업으로는 항계 내 각종 밀입국자, 승선선원, 선용품 적재 및 하역상황 등을 감시할 수 있는 기능을 가져야 하며 수중 및 공중 양용드론의 본체 구조로 개발되어야 한다.

무엇보다 가장 우선적으로 개발되어야 하는 드론은 수상 무인선으로 현재 드론의 배터리로 인한 장거리 운용 한계성 극복, 드론 편대 운용을 위한 착륙 기지 역할로 개발되어야 한다.

〈표 5-16〉 신규 드론 R&D사업(해운)

부문	추진 순위	R&D사업	핵심기술
해사 안전	2	· 항계 내외 선박감시 양용(수상·공중)드론 기술개발	1. 항만(화물선, 여객선, 어선 등) 내 밀입국 감시 기술 2. 정박지 정박선박 필수선원 승선여부 감시 기술 3. 해상 선용품 적재/하역 감시 기술 4. 수중, 공중 양용드론 기술
해사 산업	1	· 선박 안전검사 전용드론 기술개발	1. 선박외부 수중, 수상 양용드론 및 검사 기술 2. 선박 발라스트탱크 두께검사기술
	0	· 공중드론 지원무인선 기술개발	1. 드론착륙 및 충전 기술 2. 수형 무인선 제작 기술 3. 무인항해 및 원격관제 기술

(4) 항만물류부문

항만물류 부문에서 R&D로 추진해야 할 사업은 항만 수중구조물 검사드론 기술로서 수중드론을 사용하여 정밀검사, 24시간 운용, 고해상 검사, 이상유무 검사 등 각종 크랙, 부식, 파손 등을 감지할 수 있는 장치가 장착되어야 한다. 동 드론은 이미 선박해양플랜트연구소에서 개발 중에 있는 것으로 알려져 있다.

〈표 5-17〉 신규 드론 R&D사업(항만물류)

부문	추진 순위	R&D사업	핵심기술
항만 개발	1	· 항만 수중구조물 검사드론 기술개발 ⁵⁰⁾ (현 개발중)	1. 항만수중시설물 점검 및 관리 기술

50) 현재 선박해양플랜트연구소에서 개발중임

2) 사업별 추진체계

이상에서 살펴본 바와 같이 동 연구에서 도출된 각 부문별 추진사업들 내에는 기존 범용성 드론을 도입하거나 개선함으로써 즉시 해양수산정책사업으로 추진할 수 있는 과제, 해양수산에 특화된 기술개발을 통하여 R&D로 추진해야 할 과제 등 다양한 세부사업들로 구성되어 있다.

따라서 동 연구에서 발굴, 선정된 과제들은 향후 각 부처 및 민간 협의회 구성, 사전기획보고서 작성 등 실질적 사업준비 단계에서 대과제 및 세부과제들의 사업규모, 추진주체, 시너지 효과, 중복성 등을 감안하여 분리추진할 것인지와 통합적 추진이 바람직한지에 대한 논의가 필요하다.

가. 정책(기존드론 도입)사업

현재 해양수산부에서는 2017년 들어서 『제4차 산업혁명 종합대책』을 적극 추진하고 있다. 동 종합대책⁵¹⁾에서는 4차 산업혁명과 관련하여 i) 국내외 동향과 핵심동향 분석, ii) 해양수산분야 미래예측, iii) 해양수산분야 대응 정책 방향을 설정하고 중장기 과제 등을 도출할 예정에 있다. 이와는 별도로 국립수산물과학원, 국립해양조사원, 부산항만공사 등에서는 이미 드론을 구입하여 해양적조 조사 및 어군탐지, 해양측량, 수산양식장 감시, 불법선박 정박상황 감시 등 업무활동에 투입하여 사용 중에 있다.

이외에도 부산항만공사에서는 『4차 산업혁명에 따른 해운항만물류산업 대응방안』에서 향후 추진해야 할 관련 사업들을 발굴 중에 있으며, 세관에서는 『드론활용 중장기 발전계획』을 수립 중에 있다.

동 연구에서는 별도의 기술개발 없이 현존하는 기술을 이용하여 정책 사업을 통해 다양한 현장 요구사항을 반영하여 공공적, 효율적 파급효과를 가져올 수 있는 과제들이 도출되었다.

51) 해양수산부, 제4차 산업혁명 종합대책, 2017

따라서 이를 기반으로 해양, 수산, 해운, 항만물류 등 각 부문별 해양수산업 관련주무과, 관련 공공기관 및 연구소와의 단계적 추진을 통해 사업을 조속히 추진할 수 있도록 해야 한다.

다음 <표 5-18>에서는 해양수산 부문별 드론의 활용 확대를 위한 기존 드론 도입사업 우선 추진과제들을 종합, 정리하였다.

<표 5-18> 해양수산 부문별 드론 도입 우선순위(1,2위) 사업

도입	추진 순위	도입사업	핵심기능	비고(담당과)
해양	1	· 연안 지형 측량 및 지도 제작 드론 개선사업	1. 해안선 변동 확인 기능 2. 연안침식 실태조사 사업 활용 3. 국토지리정보원 기준에 따른 측량 기술 4. 라이다 경량화 기술	해양수산부 (연안계획과)
	2	· 연안 식생 조사 드론 도입 사업	1. 연안 식생 조사 기능 2. 연안 생태환경도 작성 데이터 제공	해양수산부 (어촌양식정책과/해양생태과)
수산	1	· 수산 예찰 공중 드론 도입 사업	1. 해양수산 야간 비행 기능 2. 피해요소 영상 인식·판독 기능 3. 비가시권 비행 법률 개정	해양수산부 (어업정책과/해양환경정책과)
	2	· 양식어장 분포도 조사 공중드론 도입 사업	1. 고해상도 영상촬영 및 해석 기능 2. 빅데이터 기반 미래 수산자원 및 수산환경 예측 기능	해양수산부 (어업정책과/어촌양식정책과)
해운	1	· 해상 조난자 감시 및 구난용 드론 도입 사업	1. 조난자 확인 및 구조 기능	해양수산부 (해사안전관리과)
	2	· 항계 및 항만구역 광범위 감시 무인비행체 도입 사업	1. 항만감시(기존 차량감시) 기능 2. 24시간 해상 감시 기능 3. 집단계류지(물양장, 봉래동 물양장, 청학안벽 등) 관리 기능 4. 우범항포구(송정리쪽 작은 항포구) 감시 기능	관세청 해양수산부 (항만운영과)
항만물류	1	· 항만보안용 경비드론 도입 사업	1. 항만 내 무인경비, 보안 및 순찰 기능	해양수산부 (항만운영과)
	2	· 드론기반 항만 상부시설 검사, 조사 및 관리시스템 구축 사업	1. 해상건설장비 검사 기능 2. 대형하역장비 검사 기능 3. 항내 접안선박 외형수중검사 기능 4. 항만 장비/시설물 공중감시 기능 5. 항만 수심측량 기능 6. 이상기계음 감지기능	해양수산부 (항만기술안전과/해사산업기술과)

<표 5-19>에서는 동 연구 완료 후 정책적인 드론 사업을 추진하기 위한 단계별 추진사항과 추진주체를 나타낸 것이다.

결국 드론의 실용화, 활용확대를 위해서는 반드시 정부-연구계-수요처와의 협의체 구성이 필요하고 부문별 사업타당성 검토 선행 후 추진하는 단계가 포함되어야 한다. 물론 드론활용 확대정책사업의 조속한 추진을 위해서 정부에서도 별도의 세제혜택 및 예산적 지원이 동반되어야 한다.

〈표 5-19〉 정책사업 추진단계

구분	세부 추진내용	추진주체	비고
1단계	드론활용 확대 연구사업보고서 종합검토	해양수산부 & 한국해양수산개발원	‘17. 04
2단계	부문별(해양/수산/해운/항만) 사업추진 협의회 구성	해양수산부 & 정부출연연구소 & 수요기관	‘17. 05
3단계	정부-연구계-수요처 사업추진협의회 개최(추진 의향)	해양수산부	‘17. 06
4단계	부문별/사업별 타당성 분석 연구(수탁과제)	연구기관	‘17. 06 ~’18.02
5단계	드론 수요주체 및 운용기관 참여 의향조사	연구기관	‘17. 12 ~’18.02
6단계	‘18 사업타당성 통과사업 지원예산 협의	해양수산부	‘18. 03 ~’18.05
7단계	‘19 사업시행	선정기관	

나. R&D 사업

동 연구에서 선정된 과제들이 R&D 사업으로 추진되기 위해서는 다음과 같은 추진체계가 필요하다.

첫째, 『해양과학기술 중장기 로드맵(차기 수행미정)』, 『해양수산 R&D 로드맵(‘16)』, 『해양수산분야 제4차 산업혁명 종합대책(‘17년 수행 중)』 등 상위 추진계획에 발굴된 대과제들이 포함될 경우 보다 원활한 추진이 가능하다. 따라서 동 상위계획들과의 지속적 연동관계를 가지는 것이 필요하다.

둘째, 해양분야, 수산분야, 해운 및 항만물류분야 등 각 『부문별 R&D 중장기 로드맵』 수립이 시행중에 있다. 해운 및 항만물류분야의 경우 2017년 현재 『미래융합 및 수요기반 해운항만물류기술 개발사업』이라는 사업발굴을 위한 기획연구를 수행 중에 있다. 상기 기획연구사업과 같은 중장기로드맵 수립에 동 연구에서 발굴된 R&D 과제들이 포함될 수 있도록 연동성 확보가 필요하다.

셋째, 이와 더불어 각 대과제 별로 매년 해양수산부 및 한국해양과학기술진흥원에서 수행 중인 『R&D 기술수요조사』 공모단계에 지원을 해야 한다. 기술수요조사 지원 후 2~3차에 걸친 선정평가위원회를 거쳐 선정이 될 경우 각 과제별 사전기획보고서 작성을 통해 정식 R&D 공모절차를 거쳐 세부적인 기획연구를 수행하게 된다.

다음 <표 5-20>에서는 해양수산 부문별 드론의 활용 확대를 위해 새로운 드론개발 및 관련시스템을 R&D하기 위한 우선 추진과제들을 종합, 정리한 것이다.

〈표 5-20〉 해양수산 부문별 드론 R&D 우선순위(1,2위) 사업

R&D	추진 순위	개발사업	핵심기능	비고(담당과)
해양	1	· 수중 광역통신 기반 오염원 배출·전이 모니터링 수중 드론 기술 개발	1. 오염물 수중 흐름 추적 기능 2. 오염물 경로 예측 기능	해양수산부 (어업정책과)
	2	· 해양자원 분포 모니터링 수중드론 기술 개발	1. 해양자원 모니터링 기술 2. 심해지역에서의 고해상도 영상촬영 기술 3. 심해지역 해상통신 기술 4. 채광 기술	해양수산부 (어촌양식정책과/해양생태과)
수산	1	· 불법조업 감시·제압 공중 드론 기술개발	1. 장거리/장시간 비행 및 고해상도 영상촬영 기술 2. 장거리 해상통신 기술 3. 불법조업 어선 및 어부 제압 기술	해양수산부 (지도교섭과) 국민안전처 (해양경비안전본부)
	2	· 수산 예찰 수중 드론 기술 개발	1. 수중 징후 현상 관찰 기능 2. 관찰된 정보 기반 해석예측 기술	해양수산부 (어업정책과/해양환경정책과)

〈표 5-20〉 해양수산 부문별 드론 R&D 우선순위(1,2위) 사업(계속)

R&D	추진 순위	개발사업	핵심기능	비고(담당과)
해운	1	· 선박 안전검사 전용드론 기술개발	1. 선박외부 수중, 수상 양용드론 및 검사 기술 2. 선박 발라스트탱크 두께검사기술	해양수산부 (해사산업기술과)
	2	· 항계 내외 선박감시 양용(수상·공중)드론 기술개발	1. 항만(화물선, 여객선, 어선 등) 내 밀입국 감시 기술 2. 정박지 정박선박 필수선원 승선여부 감시 기술 3. 해상 선용품 적재/하역 감시 기술 4. 수중, 공중 양용드론 기술	관세청 해양수산부 (항만운영과)
항만	1	· 항만 수중구조물 검사드론 기술개발	1. 항만수중시설물 점검 및 관리 기술	해양수산부 (항만기술안전과)

R&D 사업들은 수요기관이 반드시 동반, 참여하여야 드론활용의 확대가능성을 높일 수 있음을 명심해야 할 것이다.

〈표 5-21〉 단계별 R&D 추진

구분	세부 추진내용	추진주체
1단계	해양과학기술 중장기 로드맵 & 해양수산분야 제4차산업혁명 종합대책	해양수산부 & 한국해양과학기술진흥원
2단계	(해운/항만물류) 미래융합 및 현장수요형 해운항만물류기술개발사업 기획연구 & (해양수산) 해양수산 과제단위 R&D 로드맵	해양수산부 & 한국해양과학기술진흥원
3단계	해양수산부 R&D 기술수요조사(매년)	한국해양과학기술진흥원
4단계	기획연구 대상 선정평가(매년) 및 공모, 선정	한국해양과학기술진흥원
5단계	선정과제 기획연구, RFP 작성	선정기관
6단계	추진 부처/과(해양수산부) 협의	선정기관
7단계	본 사업 추진대상 공모 및 수행기관 선정	한국해양과학기술진흥원
8단계	본 사업 추진	선정기관

제6장 결론 및 정책제언

제1절 요약 및 결론

1. 연구의 요약

동 연구에서는 국립수산물품질관리원, 국립해양조사원 등 일부 해양수산분야에서 공중드론을 구입, 운영하고 있는 수준을 넘어 해양, 수산, 해운, 항만 등 다양한 업무영역에서 드론의 활용요구에 대한 조사, 분석을 수행하였다. 동 요구조사에 대해 현 기술수준 및 전문가 판단을 근거로 기존 범용드론을 도입하여 정책사업으로 추진하는 과제, 해양수산에 특화된 신규드론 및 관련시스템 개발이 필요한 R&D 과제들을 발굴, 실행방안을 제시하고 있다.

2장에서는 국내외에서 발표하고 있는 미래 사회 환경 및 해양수산 변화를 종합, 정리 분석한 결과를 토대로 장래 우리나라 해운, 항만물류, 해양 및 수산의 변화전망을 제시해 보았다. 그 결과 i) 해양수산 역할·기능전환, ii) 기술기반 해양수산정책 강화, iii) 해양수산 무인시스템의 확산, iv) 대고객 서비스 고도화, v) 위기대응체제 강화, vi) 기후변화 대응 친환경화, vii) 정보수집 및 통합 강화, viii) 능동형 보안체계, ix) 해양산업 및 일자리 쉬프트, x) 해양수산산업의 표준화 체계 강화, xi) 대 국민 서비스 강화, xii) 통일대비 남북한 격차 개선 등 12대 이슈들과 그에 관련된 전망들을 도출하였다. 이 중 드론활용의 확대가능성이 높은 환경변화 이슈들은 해양수산 기능 확대, 기술기반 해양수산정책 강화, 해양수산 무인시스템 확산, 위기대응체제 강화, 기후변화 대응 친환경화, 정보수집 및 통합 강화, 능동형 보안체계, 산업 및 일자리 쉬프트, 표준화 체계 강화 등으로 나타났다. 또한 기존 드론의 개념과 활용 형태를 기반으로 해양수산분야의 드론과 활용범위를 정의해 보았다.

그 결과 드론활용 확대를 위해 해양, 수산, 해운, 항만물류 영역에서 운용 가

능한 UAV, UGV, USV, UUV 등 자율·무인화된 모든 무인이동체를 해양수산분야 드론으로 정의, 제시하였다.

이외에도 물류, 보안 및 감시, 안전 및 방제분야 등에서 국내외적으로 개발, 사용되고 있는 드론의 실태에 대해 조사하였다. 해양수산분야에서는 수중선박 청소 드론, 해양관측 및 예찰, 석유시추를 위한 수중·공중드론이 사용 중인 것으로 나타나 있다. 우리나라 드론의 개발을 위한 기술수준(기술력 및 인프라)은 선진국의 약 80% 수준으로 한국항공우주연구원(공중드론), 다수 민간기업(공중드론), 한국과학기술연구원(소형지상로봇), 한국해양과학기술원, 선박해양플랜트연구소, 한국로봇융합연구원, 서울대학교 및 한국해양대학교, 민간기업 등(수중드론)이 연구, 개발 중에 있다. 특히 한국해양과학기술원에서는 수공양용(수상, 공중)드론을 개발하는 연구가 추진 중이다.

3장에서는 해양수산분야 드론활용 확대를 위해 각 부문별 현장의 문제점과 요구사항 조사 등 드론활용 수요조사를 실시하고 추진과제들을 발굴, 종합하였다. 해양, 수산, 해운 및 항만물류분야에서 드론활용이 가능한 수요처 발굴, 추진과제 발굴을 위해 분야별 전문가를 대상으로 총 3차에 걸친 집단면접(FGI)을 실시하였다. 그 결과 해양과 수산분야에서는 38개, 해운 및 항만물류분야에서는 42개의 활용가능 항목들이 도출되었다. 이를 기반으로 각 항목별 드론을 사용하기 위한 기술적 요구 성능(드론종류, 이동거리, 수직/수심, 운용시간, 적재중량 등) 등을 도출하였다.

4장에서는 3장에서 도출된 드론의 활용항목, 요구기술수준 등을 기반으로 분야별 드론활용을 위한 요구항목별 드론활용 우선 순위를 도출하였다. 드론활용 우선순위를 기반으로 추진과제를 도출한 결과 해양분야에서는 『(1순위)연안지형 측량 및 지도제작 드론 개선사업 (정책사업)』, 『(2순위)수중 광역통신 기반 오염원 배출·전이 모니터링 수중 드론 기술개발 (R&D사업)』, 『(3순위)연안식생조사 드론 도입사업 (정책사업)』 등 총 10개의 사업이 발굴되었다.

수산분야에서는 『(1순위)불법조업 감시·제압 공중드론 기술개발 (R&D사업)』, 『(2순위)수산 예찰 수중 드론 기술개발 (R&D사업)』 과 『(2순위)수산 예찰 공중 드론 도입사업 (정책사업)』 등 총 6개의 사업이 발굴되었다.

해운분야에서는 『(1순위)해상 조난자 감시 및 구난용 드론 도입사업 (정책사업)』, 『(2순위)선박 안전검사전용 드론 기술개발 (R&D사업)』, 『(3순위)항계 및 항만구역 광범위 감시 무인비행체 도입사업 (정책사업)』 등 총 7개의 사업이 발굴되었다. 특히 순위와 관계없이 『드론운용 통합관제센터 구축 사업 (정책사업)』, 『공중드론 지원 무인선 기술개발 (R&D사업)』은 해양수산분야 모든 드론 운용관리 및 통제, 해양에서 드론의 충전 및 이착륙 등을 위해 반드시 추진되어야 하는 것으로 나타났다.

항만물류분야에서는 『(1순위)항만 수중구조물 검사 드론 기술개발 (R&D사업)』, 『(2순위)항만보안용 경비드론 도입사업 (정책사업)』, 『(3순위)드론기반 항만 상부시설 검사 및 관리시스템 구축사업 (정책사업)』 등 총 9개의 사업이 발굴되었다.

5장에서는 기존 드론의 도입을 통한 사업부문과 새로운 드론 R&D를 통한 사업부문으로 나누어 드론활용 목표, 실용화시기에 따른 단기, 중기, 장기로드맵을 수립하였다. 이와 더불어 수립된 로드맵의 실질적 추진을 위한 실용화 방안을 도출하였다.

실용화 방안으로서는 각 대과제 및 세부과제별로 수요분야와 실질적 운용주체를 제시하였다. 해양수산분야에서는 주로 관측, 관리(환경 및 자원), 연구(환경 및 자원)를 위해 민간관측업체, 공공연구소, 해양수산청 및 해경 등이 운용해야 하는 것으로 나타났다. 해운분야에서는 작업안전 및 비용절감, 해상운송, 해사안전 등이 수요분야로 조사되었으며 선박검사기관, 선사, 해경 및 부두운영사 등이 운용주체로 나타났다. 항만물류분야에서는 작업안전 및 비용절감, 항만물류운송, 항만보안 및 항내 선박안전, 항만교통, 항만 시설운영 및 안전 등이 수요분야로 조사되었고, 주로 부두운영사, 선사, 세관, 해양수산청, 항만공사 등이 운용주체로 나타났다.

결과적으로 해운 및 항만물류부문에서는 상당수의 민간업체가 드론을 구입, 운용함으로써 드론 수요시장을 형성할 것으로 판단되었다. 해양 및 수산분야는 공공적 파급효과가 큰 부분으로서 드론판매 시장규모는 그리 클 것으로 보이지 않으나 수중드론 등 고난도의 기술이 들어가는 단가가 매우 비싼 드론시장을

형성할 것으로 보여진다.

추진과제들에 필요한 드론의 기능은 i) 조사·정보제공기능, ii) 검사·정보제공기능, iii) 감시·정보제공·경고기능, iv) 운송기능, v) 관리기능, vi) 보조기능 등 6가지 기능으로 분류되었으며 해양수산분야는 주로 조사, 검사, 감시 기능 등이 주를 이루고 있으며 해운 및 항만물류분야는 조사, 검사, 감시, 경고, 운송, 관리, 보조기능까지 모두를 아우르고 있다.

도출된 각 드론과제에 대한 사업적 추진가능성을 높이기 위해서 기존 범용성 드론을 도입하고 개선을 통하여 정책사업으로 추진할 과제들과 향후 기술개발이 필요한 R&D사업과제로 분류하였다. 그 결과 해양부문(정책 5개, R&D 5개), 수산분야(정책 3개, R&D 3개), 해운분야(정책 4개, R&D 3개), 항만물류분야(정책 8개, R&D 1개) 등으로 분류되었다.

더불어 동 연구에서는 각 부문별 추진 시급성을 고려하여 도출된 사업들 중 2순위 내의 사업들을 종합, 정리하였다. 또한 사업의 실질적 추진을 위하여 정책사업과 R&D사업으로 구분하여 단계별 추진방안, 현 정부 및 공공기관 추진사업과의 연계, 추진 주체 및 시기 등을 제시하였다.

2. 활용방안

2017년 들어 4차 산업혁명 관련 디지털 신기술들은 보다 더 이슈화되어가고 있다. 특히 과거 불가능할 것으로 보였던 자율주행차(자동차, 트럭)의 현실화가 눈앞에 다가오고 있다.

그에 반해 드론의 경우 매우 오래전부터 군사용으로 개발, 사용되어 왔으며 향후 IoT, AI, 빅데이터 등 다양한 ICT(Information Communication Technology)와 병합되어 획기적으로 향상된 능력을 가질 것으로 판단된다. 초기 드론이 민간 취미용 드론을 중심으로 무인비행체에 한정되어 운용되던 부분이 배터리, 통신 기술들이 보다 더 발전되면서 지상드론, 수중드론 및 수상드론까지 그 활용범위가 확대되고 있는 형국이다. 특히 활용범위는 군사 및 취미분야를 넘어 농업, 시설운영, 물류, 운송, 수중통신까지 확대되고 있으며 미래에는 경량화물을 넘어 컨테이너와 같은 고중량 화물까지도 운반 가능한 시대가 다가 올 것으로 전망된다.

동 연구를 수행한 결과 해양수산분야의 드론 R&D는 해양, 수산 및 해운 등 바다와 밀접한 관련성이 높은 수중, 수상에서 운용되는 드론의 기술개발 요구가 높다는 것을 알 수 있었다. 이외에는 기존의 항공, 산업, 국토교통, 정보통신 부문 등에서 개발했거나 민간에서 개발·운용 중인 드론을 도입, 또는 개선함으로써 해양수산 활용가능성을 높이는 정책사업적 과제가 많이 도출되었다. 특히 항만물류부문에서는 주로 기존 범용성 드론을 그대로 도입하거나 일부 개선함으로써 업무현장에 즉시 활용확대 될 가능성이 높다는 결론을 얻을 수 있었다.

이와는 별도로 해양, 수산, 해운, 항만물류 부문 모두 바다에 인접한 특성상 광범위한 해상에서 드론의 운용을 위해 장거리, 장시간의 비행시스템을 가져야 할 필요성이 있다. 따라서 『드론 통합관제시스템 구축 및 통합운용』 사업이 선제적으로 추진될 필요성이 있다.

향후 5~10년 이내 항만 또는 연안을 중심으로 수십대의 드론이 비행하거나 운항될 가능성이 매우 높다. 본 연구에서도 언급했듯이 해양수산에서 활용되는 드론의 활용주체는 선사, 항만운영사, 세관, 해경, 해양수산청, 항만공사, 국립연구원, 민간조사기관 등 다양한 기관들의 이해관계가 얽혀져 있는 상황이다. 또한 공중드론은 국토교통부의 관할 소관이 될 수도 있다. 따라서 해양수산을 중심으로 운용되는 드론의 종합적 관제와 관리를 위해 「드론운용 통합관제센터 구축 사업」이 선제적으로 추진되어야 할 것이다. 또한 해상은 광범위한 영역으로 장기간의 드론운용이 필요한 바 해상드론의 착륙 및 충전기지 역할을 수행하는 「드론 착륙 및 충전용 소형 무인선 기술개발」 등 R&D 사업도 우선 추진될 수 있도록 해야 한다.

동 연구보고서의 결과를 활용하여 우선 정책을 수행하는 해양수산부를 중심으로 분야별 민간 이해관계자와의 협의체 구성을 통해 효율적인 드론의 도입, 활용, 기술개발을 추진하는데 도움이 될 수 있도록 추진할 예정이다.

3. 연구의 한계점

동 연구는 기본연구사업으로서 해양수산에서 종합적인 드론활용을 위한 문제점과 요구사항 등을 기반으로 전방위적인 수요조사를 수행하였다. 또한 동

수요조사를 기반으로 향후 추진해야 할 과제들을 도출, 전문가 AHP와 내부 브레인스토밍을 통한 과제의 우선 추진순위와 세부적 시행방안까지 제시하였다.

그러나 기본연구과제의 성격, 연구 기간과 예산의 한계성으로 인해 각 세부 과제별 기술적, 경제적 타당성 검토 등은 이루어지지 못하였다. 이와 같은 부분들은 추후 부처 및 주무과의와의 협의, 타당성 연구용역 시행, 드론활용 확대 민관추진협의회 구성, 기획연구 제안 및 시행 등을 통해 보다 더 세부적 검토가 이루어질 수 있을 것으로 본다.

제2절 정책제언

1. 무인이동체 관련 법제도 현황 및 개선방향

본 연구에서는 일반적으로 드론으로 널리 알려져 있는 초경량 무인비행장치(UAV)와 함께 자율주행 지상차량(UGV) 무인수상선박(USV), 그리고 무인수중이동체(UUV) 등 4차 산업혁명과 함께 급속히 성장하고 있는 무인이동체에 대한 해양, 수산, 해운, 항만 분야에서의 다양한 활용방안을 조사 및 분석하고 그에 따른 추진과제를 제시하고 있다. 그러나 이러한 무인이동체 기술은 다른 새로운 기술과 마찬가지로 기존의 법제도와 상충하는 부분이 발생하고 있다. 특히 무인이동체는 기존에 없던 새로운 장비들이라기보다는 이미 오랜 시간 동안 사람에 의해서 운영되어 왔고, 그에 따라 항공안전법, 도로교통법, 자동차관리법, 선박법, 선박안전법 등 다양한 법·제도가 안정적으로 구축되어 있는 장비를 무인화한 형태가 대부분이다. 따라서 ‘유인’에서 ‘무인’으로 바뀌면서 기존 법의 틀을 바꿔야 할 부분 역시 많을 수밖에 없다. 또한 원활하고 자유로운 활용을 위해서 다양한 법제도 및 규제의 완화 및 보완이 필요하겠으나, 다양한 공간을 무인으로 자유롭게 이동하는 ‘무인이동체’라는 특성상 안전 및 보안에 대한 법·제도적 보장에 대한 부분도 빼놓을 수 없다. 다행히 현재 국내에서도 무인이동체에 대한 관심이 높아져 가면서 관련 법 개정 및 보완이 지속적으로 이뤄지고 있다.

1) 무인항공기(UAV)

가. 기존 법제도 검토

드론으로 대표되는 무인이동체가 무인항공기이다. 사실 무인항공기는 비교적 오래전부터 군사용으로 활용되어 왔으며, 민간 분야에 있어서도 유사한 형태의 원격조정(Remote Control, RC) 소형비행체가 레저용으로 활용되어 왔고, 방송에서도 널리 사용되어 왔기 때문에 관련한 법·제도도 비교적 잘 발달되어 있는 편이다. 실제로 정부 및 업계에서도 무인항공기로 대표되는 드론산업의 중요성을 많이 인식하고 있어 관련 규제개혁을 위해 지속적으로 노력해 오고 있다. 특히 물품수송, 산림보호, 해안감시, 국토조사, 시설물 안전진단, 통신망 활용, 촬영·레저, 농업지원 등을 드론활용 8대 유망사업으로 정하고 해당 사업 분야에서의 상용화를 위해서 규제를 정비하였다⁵²⁾.

〈표 6-1〉 국내 상업용 드론 규정 변화

구분	기존	개정
사업분야 확대	◦ 포지티브 분석 정해진 분야 외 허가 필요	◦ 네거티브 방식 ◦ 공공의 안전 및 국가안보 위반사업이 아니라면 모두 가능 ◦ 항공법사업법 시행규칙 제6조의 5
기체중량 확대	◦ 12kg	◦ 25kg ·안전성 인증 예외 ·지정 구역에서의 비행 ◦ 항공법안전법 시행규칙 제305조의4, 제308조
조종인력 자격기준 완화	◦ 전문교관 기준 지도조종자 비행시간 200시간 이상 ·실기평가 조종자 비행시간 300시간 이상	◦ 무인기의 경우 경감 ·지도조종자 비행시간 100시간 이상 ·실기평가 조종자 비행시간 150시간 이상 ◦ 항공안전법 시행규칙 제307조의2
개인정보 보호	◦ 없음	◦ 드론에 의한 개인정보 수집 및 전송 보호 규정 신설 ◦ 항공법안전법 제129조의4

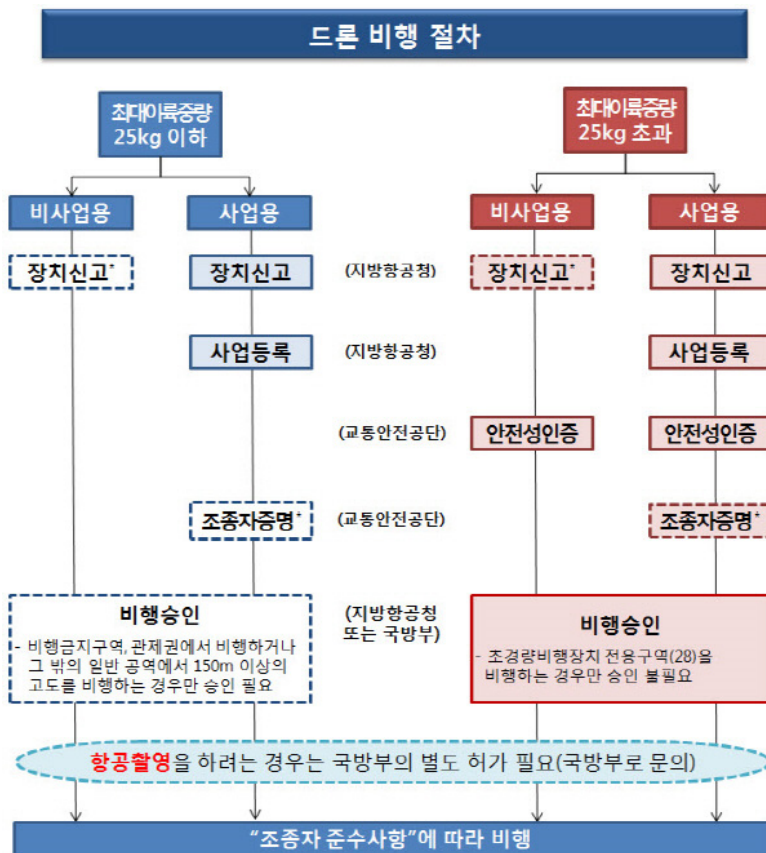
자료: 윤자영, 「드론의 현황과 규제완화 정책 - 상업용 드론을 중심으로」, KIET 산업경제, 산업연구원, 2016. 10, KMI 수정

⁵²⁾ 윤자영, 「드론의 현황과 규제완화 정책 - 상업용 드론을 중심으로」, KIET 산업경제, 산업연구원, 2016. 10

주요 규제정비 내용을 보면 사업분야 확대의 길을 보다 자유롭게 열어줬으며, 무엇보다 드론장비의 발달에 따라 안전성 인증 및 유효기간 관련 기체중량을 12kg에서 25kg으로 늘려 보다 넓은 활용을 가능토록 하였다. 특히 개인정보 수집 및 전송에 대한 보호규정을 신설하여 촬영 및 무선을 통한 정보전송이 주 기능이 되어가는 무인항공기의 특성을 반영하였다.

현재 개정된 법 하에서 드론의 비행절차는 최대이륙중량 25kg을 기준으로 다음과 같이 구분된다.

〈그림 6-1〉 드론비행절차



* 최대이륙중량과 관계없이 자체중량 12kg을 초과하는 경우 장지신고 및 조종자증명 취득 필요

사업용 무인드론의 경우 장치신고 및 사업등록, 조정자 증명을 하게 되어 있으며 이중 25kg 이상의 장비에 대해서는 안전성 인증을 받아야 한다. 또 25kg 이하의 기체는 비행금지구역이나 관제권, 150m 이상의 고도에서 비행하는 경우에는 비행승인이 필요하며, 25kg 이상일 경우에는 전용 비행구역을 제외하고는 모두 비행승인이 필요하다. 또한 촬영을 할 경우에는 국방부의 승인이 필요하다. 항만 및 해상구역은 기본적으로 비행금지구역이 아니지만 원전지역은 비행금지구역으로 정해져 있어 인근 해상에서의 비행에도 어려움이 따른다. 또한 본 연구에서 검토된 해양, 수산, 해운, 항만 분야 드론의 대부분이 영상촬영 및 전송을 기본기능으로 하고 있어 국방부의 승인에 대한 세부적인 검토가 요구된다.

조종자 증명에 관해서는 국내 항공법에서 초경량비행장치 중 무인동력비행장치에 대한 조종자 증명 규정을 두고 있다. 여기서 초경량비행장치 중 무인동력비행장치는 항공법 시행규칙 제5조에 따라 자체중량이 150kg 이하인 것을 의미하며 항공안전법 제126조에 따라 전문교육기관에서 일정기간 교육과 실습을 받은 후 교통안전공단에서 치르는 자격시험을 통과하면 관련 조종자 자격을 취득할 수 있다. 전문기관에 대한 규정은 항공안전법 시행규칙 제307조에 따라 적정한 자격을 가진 교관 및 시설, 장비를 갖추 것을 정의하고 있다. 따라서 국내에서 초경량비행장치의 조종자가 되려면 국가에서 지정한 교육기관에서 교육을 받은 후 교통안전공단에서 자격시험을 통과하면 취득할 수 있다.

〈표 6-2〉 비행장치 조종사 및 조종자 구분

자격종류	자가용조종사	경량항공기조종사	초경량비행장치조종자
조종기체	항공기	경량항공기	초경량비행장치
기체종류	비행기, 헬리콥터, 활공기, 비행선, 항공우주선	타면조종형비행기, 체중이동형 비행기, 경량헬리콥터, 자이로 플레인, 동력 패러슈트	동력비행장치, 회전익비행장치, 유인자유기구, 동력패러글라이더, 무인비행기, 무인비행선, 무인멀티콥터, 무인헬리콥터, 행글라이더, 패러글라이더, 낙하산류

〈표 6-2〉 비행장치 조종사 및 조종자 구분(계속)

자격종류	자가용조종사	경량항공기조종사	초경량비행장치조종자
조종기체	항공기	경량항공기	초경량비행장치
기체구분 비행기 기준	초경량비행장치 및 경량항공기 초과 기체	좌석 2개 이하 자체 중량 115kg 초과 최대이륙중량 600kg 이하 최대수평비행속도 120knots 이하	좌석 1개 자체 중량 115kg 이하 (무인동력비행장치: 150kg)
기체구분 비행기 기준		최대실속속도 45knots 이하 단발 왕복발동기 조종석 여압장치 미장착 비행중 프로펠러 각도 조정 불가 고정된 착륙장치 장착	
조종교육	사업용조종사 + 조종교육증명 보유자	경량항공기조종사 + 조종교육증명 보유자	공단에 등록된 지도조종자

자료: http://www.ts2020.kr/html/nsi/qti/AWTestInfoWeight_1.do, 2017.03.24, KMI 일부수정

나. 개선방향

무인항공기 관련 법제도적 개선사항으로 가장 많이 언급되는 것은 바로 무인항공기의 분류체계 정비이다. 현재 무인항공기의 주요 분류기준은 기체의 무게이다. 그에 따라 안전규제와 비행승인 여부가 결정되고 있다. 그러나 해양수산분야 무인항공기의 경우 활용형태에 따라 드론의 형태 및 기능도 달라지게 된다. 탑재되는 장비의 형태 및 기능, 무게가 달라지며, 원격비행/자동비행/자율비행 기능, 장거리 비행능력 등이 크게 달라지며 이에 대한 구분 및 분류가 달라져야 할 것이다.

또 다른 기존 분류기준은 사업용과 비사업용인데 추가적으로 공공용 무인항공기에 대한 분류 및 규제정비도 필요할 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 도출된 무인항공기 활용분야의 상당부분이 시설 및 장비진단 등 안전확보, 밀입국 및 해상구역 감시, 불법조업 감시 등 국가 안보 및 보안강화, 적조예찰, 어장관리 등 공공성이 높은 것으로 나타났다. 현행법상 군용, 경찰용 및 세관, 지자체, 공공기관 등이 소유한 국가기관의 항공기가 공익을 목적으로 사용될 경우 비행제한(38조 2), 물건의 투하 및 실포(55조1~3) 등의 제한에서 특례를 받을 수 있다. 그러나 현재는 특례로 구분, 일일이 이러한 사용을 입증해야 하고 있

어 처음부터 체계적인 분류로 구분, 지정된 장비에 대해서는 사용목적에 따라 규제의 적용을 달리할 필요가 있다. 특히 항만 및 해상구역에서의 촬영, 정보의 전송 등에 대한 규제 및 신고에 대한 부분은 공공성 확보를 위해서도 먼저 해결되어야 한다.

이와 연계하여 정비되어야 부분이 공역이다. 현재 국토교통부와 사단법인한국드론협회에서는 ‘Ready to Fly’라는 앱을 런칭하여 사용자가 손쉽게 드론의 비행금지구역, 관제권, 비행제한구역, 위험구역, 군작전공역, 훈련공역, 초경량비행장치 비행공역, 시범사업공역 등을 쉽게 확인할 수 있다. 이를 보다 확대하여 공공분야 무인항공기가 보다 자유롭게 비행하고 영상을 촬영 및 전송할 수 있는 공역의 재편이 필요하다.

조종자 자격의 확대도 필요하다. 현재는 150kg 이하 12kg 이상의 무인 초경량비행장치에 대해서만 무인동력비행장치 조종자 자격을 발급하고 있다. 문제는 향후 무인동력비행장치의 무게가 커져 150kg 넘어서게 될 경우이다. 이 경우 경량항공기로 분류되어야 하나 아직 국내법 상 무인경량항공기 규정은 존재하지 않으며 그에 따라 원격 조종자의 면허 또한 없기 때문에 이의 확대가 요구된다.

승인 신고시스템의 일원화 역시 필요하다. 현재 비행승인은 국토교통부, 촬영허가는 국방부에서 담당하고 있으나 앞서 언급하였듯이 무인이동체의 특성상 모니터링 및 영상전송이 주 기능을 이루고 있는데 현재는 분리되어 있어 이에 대한 단일창구 마련이 요구된다.

또한 초경량비행장치의 경우 공항을 이용할 수 없고, 항공당국의 관제 또한 받지 않고 있다. 아직은 그 수가 많지 않고, 항공기와 충돌이 발생할 수 있는 지역은 원천적으로 초경량비행장치의 비행불가 지역이기 때문에 큰 문제가 발생하지는 않고 있다. 그러나 향후 수많은 드론이 비행을 시작하게 되면 관제에 대한 문제가 불거질 수 있으며, 동시에 전술하였듯이 기체가 150kg을 넘어서는 드론이 등장할 경우 관제에 대한 고려가 요구된다. 기본적으로 항공기의 관제권은 국토교통부 산하의 항공당국이 가지고 있어 초경량비행장치의 관제역시 항공당국이 담당하는 것이 합당해 보이나 해양수산 드론의 특성 및 해상이나

항만 내 등 제한적 운용지역 등을 대해 고려할 경우 국토교통부와 해양수산부의 협력하에 해양수산분야 무인 초경량비행장치에 대한 통합관제를 해수부에서 담당할 수도 있을 것으로 판단된다.

마지막으로 공공분야 드론의 영상전송 및 열람에 대한 사용제한이 필요하다. 항만터미널 및 해상구역의 전방위적 감시가 필요하나 자칫 공공분야에서의 무작위적 민간감시로 비취질 수 있다. 따라서 공익을 목적으로 촬영되는 영상 및 정보는 해당 목적으로만 사용 및 보관되어야 하며 이와 관련한 정보의 익명화 및 캡슐화에 대한 제도적 보완이 요구된다.

2) 무인선박(USV 및 UUV)

가. 기존 법제도 검토

국내에서 선박에 관한 법률은 크게 선박법, 및 선박안전법으로 볼 수 있다. 그러나 국내 선박 관련법 상 무인선박에 대한 규정이 없다. 이는 아직 상용화되어 운항하고 있는 무인선박이 존재하지 않고 있기 때문이다. 그러나 실제 미국 등 외국에서는 이미 무인정찰선 등 군용으로 사용되고 있는 실례가 존재하며 롤스로이스 등에서도 무인선박 개발에 박차를 가하고 있다. 본 연구에서도 원격조정 또는 자율주행 무인선박의 필요성이 대두되고 있어 관련 법제도의 정비 시급한 실정이다.

나. 개선방향

무인선박의 법제와 관련하여 가장 먼저 고려되어야 할 사항은 무인선박의 정의 및 선박 개념의 확대이다. 현재 국내 및 국제법상 선박에 있어 선원은 필수요소로 명시되어 있다. SOLAS의 최소 승무원규정 및 수동조타 기능규정 등이 이에 해당하며 이러한 규정의 변경 없이는 무인선박의 운항 자체가 불가능하다. 따라서 무인선박과 무인 잠수정의 법적 정의 및 분류가 이뤄져야 하며 인증기준, 충돌 등 해상사고 발생 시 대응 및 책임소재, 정보보안 체계 등에 대한 총체적인 법·제도 정비가 요구된다.

3) 자율주행자동차(UGV)

가. 기존 법제도 검토

본 연구에서 해양수산분야 자율주행 자동차에 대한 활용방안은 제한적인 것이 사실이다. 현재 제시된 자율주행 자동차의 해양수산분야 응용은 항만 내 무인 이송차량, 무인 경비지상드론 등이 있다. 그 외 발라스트 탱크 두께검사 및 컨테이너 내품검사용 지상드론이 있으나 이는 일정 제한된 공간 안에서의 소형 이동체로 지상을 주행하는 차량에 해당하지 않는다. 무인이송차량 및 무인경비 지상드론 역시 지상을 주행하나 도로가 아닌 항만구역 내에서의 활용이 주로 이뤄질 것으로 판단되고 있으나 향후 터미널과 배후단지 간 무인셔틀 운행 등이 가능하여 이에 대한 법적 고려가 필요하다.

현재 국내에서도 자율주행 차량에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있으며, 기술수준은 유럽의 83.8%로 약 1.4년의 격차가 있는 것으로 알려져 있다.⁵³⁾ 현재 자동차 관리법에 따르면 자율주행자동차의 시험 및 연구 목적으로 할 경우 운행요건을 갖춘다는 전제하에 국토교통부장관의 차원에서 임시운행이 허가되고 있다.

〈표 6-3〉 자율주행자동차 관련 법률

법규정	내용
자동차관리법 제2조 제1항	1의3. "자율주행자동차"란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말한다.
자동차관리법 제27조 제1항	① 자동차를 등록하지 아니하고 일시 운행을 하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관 또는 시·도지사의 임시운행허가(이하 "임시운행허가"라 한다)를 받아야 한다. 다만, 자율주행자동차를 시험·연구 목적으로 운행하려는 자는 허가대상, 고장감지 및 경고장치, 기능해제장치, 운행구역, 운전자 준수 사항 등과 관련하여 국토교통부령으로 정하는 안전운행요건을 갖추어 국토교통부장관의 임시운행허가를 받아야 한다. <개정 2013.3.23., 2015.8.11.>

⁵³⁾ 한국산업기술평가관리원, 2013년 산업기술수준조사 보고서, 2013.12

〈표 6-3〉 자율주행자동차 관련 법률(계속)

법규정	내용
자동차관리법 시행규칙 제26조의 2(자율주행자동차의 안전운행요건)	1. 자율주행기능(운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행하는 기능을 말한다. 이하 이 조에서 같다)을 수행하는 장치에 고장이 발생한 경우 이를 감지하여 운전자에게 경고하는 장치를 갖추는 것 2. 운행 중 언제든지 운전자가 자율주행기능을 해제할 수 있는 장치를 갖추는 것 3. 어린이, 노인 및 장애인 등 교통약자의 보행 안전성 확보를 위하여 자율주행자동차의 운행을 제한할 필요가 있다고 국토교통부장관이 인정하여 고시한 구역에서는 자율주행기능을 사용하여 운행하지 아니할 것 4. 운행정보를 저장하고 저장된 정보를 확인할 수 있는 장치를 갖추는 것 5. 자율주행자동차임을 확인할 수 있는 표지(標識)를 자동차 외부에 부착할 것 6. 자율주행기능을 수행하는 장치에 원격으로 접근·침입하는 행위를 방지하거나 대응하기 위한 기술이 적용되어 있을 것

그러나 자율주행자동차의 구조 및 장치, 기능 등에 대한 정의가 명확하지 않으며 분류 또한 모호하다. 또한 도로교통법 등 관련법 상에서는 자율주행자동차에 대한 규정이 존재하지 않는다. 향후 자율주행 이송장비가 항만구역 및 배후단지를 이동하기 위해서는 이에 대한 명확한 법적 정의가 필요하다.

나. 개선방향

자율주행 이송장비의 개발 및 도입을 위해서는 자동차 관리법 및 도로교통법 등 관련 법상에서 먼저 자율주행 차량의 정의가 정확히 이뤄지고 확대되어야 할 것이다. 특히 단순히 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 의미할 것이 아니라 선박과 마찬가지로 사고 시 대응, 책임소재, 정보보안체계 구축 등에 대한 검토가 이뤄져야 한다. 또한 차량의 특성 및 중량에 따른 분류도 재편되어야 하며 이를 위한 법제연구가 필요하다.

마지막으로 항만 내에서 이송장비로 활용하기 위해서는 항만하역장비 관련 규정이 개선되어야 한다. 장비검사대상 개편 및 검사기준 등이 마련되어야 한다. 현행 항만법상 이송장비는 야드트랙터, 스트래들캐리어, 무인트랜스포터(Automatic Guided Vehicle, Transporter)로 구분되어 있다. 자율주행이송장비를 무인트랜스포터로 구분할 수도 있으나 실제 기능적으로는 자율이송차량은 법상에서 언급하는 무인트랜스포터(AGV)와는 다르므로 이에 대한 확대가 필요하며, 향후 관련 검사 및 안전관리 규칙의 개정도 요구된다.

〈표 6-4〉 무인 이동체 관련 법제도 개선방향

무인이동체	항목	실태	개선방향	관련법안
무인항공기	무인항공기 분류기준	◦ 무게	◦ 무게 ◦ 기능 ◦ 활용형태	◦ 항공안전법
	무인항공기 분류기준	◦ 비사업용 ◦ 사업용	◦ 비사업용 ◦ 사업용 ◦ 공공용	◦ 항공안전법
	무인항공기 분류기준/자격	◦ 초경량비행장치에만 포함	◦ 150kg 이상에 대한 규정 필요	◦ 항공안전법
	무인항공기 공역로도	◦ 21개소 (비항만구역)	◦ 항만해상구역 지정 및 확대	◦ 항공안전법
	무인항공기 관제	◦ 초경량비행장치는 관제대상이아님	◦ 초경량 비행장치 관제 규정 필요	◦ 항공안전법
	비행승인	◦ 비행승인: 국토부 ◦ 촬영승인: 국방부	◦ 비행 승인 시 촬영승인 여부도 일원화 추진	◦ 항공안전법
무인선박/ 무인잠수정	법적 정의 및 규정	◦ 무인선에 대한 규정 부재	◦ 무인선을 선박으로 정의	◦ 선박법
	안전 및 검사기준	◦ 무인선에 대한 규정 부재	◦ 무인선 관련 안전 및 검사기준 정의	◦ 선박안전법
	해사안전 관련 규정	◦ 무인선에 대한 규정 부재	◦ 무인선의 충돌 방지 관련 규정 마련	◦ 해사안전법

〈표 6-4〉 무인 이동체 관련 법제도 개선방향(계속)

무인이동체	항목	실태	개선방향	관련법안
자율주행 자동차	자율주행 자동차 정의	◦ 스스로 운행 가능한 차	◦ 차량형태, 목적, 기능별 분류 필요	◦ 자동차관리법
	도로안전 관련 규정	◦ 자율주행차량 관련 규정 부재	◦ 자율주행 차량의 도로안전 관련 규정 마련	◦ 도로교통법
	항만하역장비 규정	◦ 자율주행 이송 차량 관련 규정 부재	◦ 대상장비 확대 ◦ 안전 및 검사기준 마련	◦ 항만법
무인이동체	영상사용제한	◦ 무인이동체 관련조항 없음	◦ 무인기 촬영 정보에 대한 영상 정보처리 법안 확대	◦ 개인정보보호법

2. 해양·수산에 특화된 중장기 드론 개발·운영 추진 조직 구성

군사용으로 개발되던 드론이 상업용까지 확대되면서 전체 드론시장의 1%에 불과하던 상업용 드론이 2023년에 7%를 넘어설 것으로 예상⁵⁴⁾되는 등 활용분야가 확대되고 있다. 이에 국내 드론 개발업체와 정부는 드론 상용화와 규제 문제를 해결하기 위해 노력하고 있다. 그런데 현재 육상 공중드론에 대한 연구 개발 방향, 규제 개혁 부분은 언급되고 있으나, 해양·수산 분야에 특화된 드론을 개발하거나 규제 개혁을 논의하는 움직임은 적은 편이다.

해양·수산 드론은 육상부분과 달리 바람, 염해 등의 영향을 최소화하고, 광범위한 조사·관측 영역에서 장기간 제공하고, 공중뿐만 아니라 수중에서 정보를 취득하는 기능이 필요하다. 또한 육상의 LTE 통신과 달리 해상에서의 통신 환경은 매우 취약한 편이다. 한편 야간 비행 금지와 비가시권 비행(조종자 가시권 밖인 약 1km이상, 150m 이상의 고도 비행) 금지 조항은 인구 밀집지역에서는 인명피해를 위해서 필수적이다. 그러나 해양·수산의 연구조사, 예찰, 감시 등의 대상은 주로 사람이 없는 바다에서 이루어지므로 이러한 규제가 무의미한 데도 이에 대한 규제 문제 해결 노력도 미흡한 편이다.

⁵⁴⁾ [http://test-m.daara.co.kr/zine/news/view.php?idx=187106\(2017.3.10.\)](http://test-m.daara.co.kr/zine/news/view.php?idx=187106(2017.3.10.))

해양·수산에 특화된 공중·수중 드론을 개발하기 위해서는 해양수산부 주도로 범부처와 연계하여 중장기 R&D 및 사업화 계획을 수립하여 사업을 추진하는 것이 필요하다. 해양·수산분야의 특징을 파악하고 있는 수요자, 다양한 드론 개발 경험이 있는 개발자, 사업 추진을 주도할 수 있는 정부기관, 해양수산에 특화된 센서를 개발할 수 있는 전문가 등이 모여 추진 TF를 구성하여 개발 방향을 설정한다.

1) 연구개발팀

해양수산은 지상뿐만 아니라 수상, 수중에서 운용되는 드론을 개발해야 하기 때문에 해양환경의 특성을 반영해야 한다. 이에 연구개발팀은 해양, 수산, 항만, 해운 종사자의 니즈를 조사한 후 필요사양을 정리한 후 기술 개발 가능성을 타진하기 위해 수요 전문가와 개발 전문가를 모집하여 브레인스토밍을 실시한다. 브레인스토밍 결과 해양·수산에 필요한 드론을 정의하고 연구개발 및 사업화 예산을 확보하여 특화된 드론을 개발하여 현장에 적용한다.

해양 환경은 육상과 달리 통신망이 제대로 확보되어 있지 않고, 수중드론을 이용하여 수심이 깊은 바다에서 정보를 획득하기가 어렵다. 이에 기체 안전성을 확보하기 위해서는 해양수산의 열악한 통신환경에 맞는 드론을 개발해야 한다. 또한 육상보다 바다의 바람과 염해 등의 영향이 크므로 드론 운영 시 이러한 영향을 최소화할 수 있는 방안을 마련해야 한다. 그리고 광범위한 바다에서 운용되어야 하기 때문에 드론의 체공시간이 길어야 한다. 실제 해양·수산분야에서 드론을 활용하기 위해서는 움직이는 선박에 드론이 안전하게 이착륙이 가능해야 하고, 수중 및 해저에서, 태풍 등의 자연재해 환경에서도 지상과 같이 통신을 통한 정보수집이 가능하고, 내구성이 있도록 드론을 개발해야 한다.

연구개발팀은 해양환경에서의 통신 제약을 극복하여 기체 안전성을 확보하고, 수상·수중 환경에서 자유롭게 운용이 가능하며, 환경 특성에 맞는 전문화된 센서를 개발하여 필요한 정보를 수집·분석해야 하므로 이에 필요한 연구개발 예산 및 인력을 확보한다.

2) 인력육성팀

해양·수산분야 인력육성팀은 교육기관 및 타부처와 협력을 통해 해양수산 드론을 개발하고 운용할 수 있는 인력, 정보 판독 인력 등을 육성해야 한다.

산업통상자원부는 무인기(드론)에 정보기술(IT), 인공지능(AI) 기술을 접목해 새로운 시장을 창출할 수 있는 기술융합형 전문인력 200여명 육성을 2017년 신규 사업으로 추진한다.⁵⁵⁾ 또한 국토교통부는 지방교육 수요 요구 등에 따라 드론 전문 교육기관을 전국 단위로 확대함으로써 연간 교육수용 가능 인원이 2017년 3월 기준 약 1,700명으로 증가되는 등 드론 조종인력 양성에 적극적으로 나서고 있다.⁵⁶⁾

〈그림 6-2〉 드론 전문교육기관 현황



자료: 국토교통부 보도자료, “국토부, 연 1700명 드론 조종인력 양성체계 구축”, 2017.3.21.

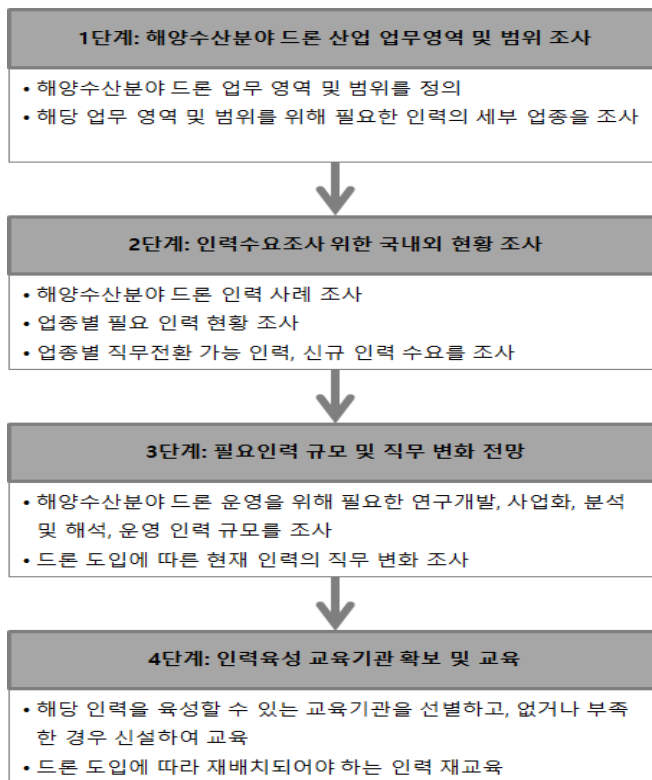
⁵⁵⁾ 산업통상자원부 보도자료, ‘4차 산업혁명 산업구조 고도화를 주도할 신산업 분야 산업전문인력 6,500여명 양성 시동’, 2016.1.18.

⁵⁶⁾ 국토교통부 보도자료, ‘국토부, 연 1,700명 드론 조종인력 양성체계 구축’, 2017.3.21.

드론을 운영하기 위해서는 비행체, 항공전자, 임무장비, 통신장비, 지상관제 시스템 등 무인기 관련 부품이나 서브시스템, 임베디드 소프트웨어 개발 능력을 가진 인력, 이외 드론의 수요 확장에 따른 전문 조정, 보안 등의 관련 인력이 필요하다.⁵⁷⁾

해양·수산분야의 드론 전문인력을 육성하기 위해서는 1단계 육성해야 하는 드론 산업 분야 및 범위를 조사해야 한다. 2단계 국내외 현황조사를 통해 인력 수요를 조사한다. 3단계에서는 필요인력 규모 및 직무 변화 등을 전망한다. 4단계에서는 해당 인력을 육성할 수 있는 교육기관을 선별하고 육성한다.

〈그림 6-3〉 해양수산분야 드론 인력 육성 절차



⁵⁷⁾ 과학기술정책연구원, 「미래산업·신산업 분야 인재기반 조성을 위한 인적자원 양성 및 취업 지원방안 연구」, 2016.12.

3) 사업화추진팀

사업화 추진팀은 드론이 해양수산 환경에 잘 정착될 수 있도록 현장 적용 방안, 경제성 확보방안, 규제 해결방안을 마련한다. 1단계는 연구 개발된 해양수산 전용 드론을 현장에서 실험한다. 2단계에서는 사업화된 후 현장 활용도를 높이기 위한 드론 가격 저감 방안을 마련한다. 3단계에서는 상용화를 위하여 해양수산 환경에 맞도록 드론 규제를 해결한다. 4단계에서는 해양수산의 새로운 드론 활용분야를 발굴한다.

〈표 6-5〉 해양·수산 특화 드론 개발·운영 위한 추진 조직 구성

구분		내용
법정부 조직구성	◦ 해양·수산 수요자, 개발자 TF 구성	◦ 해양수산 드론의 중장기 비전 수립 ◦ 본 연구에서 조사된 사업 및 R&D 과제 점검 ◦ 수요자-기술자간 협의 통항 요구기능·조건 재설정, 드론개발 및 적용 방향 설정
연구 개발팀	◦ 해양·수산 환경 고려 기체 안전성 확보	◦ 해양·수산 분야의 열악한 통신환경 개선 방안 마련 ◦ 바람과 염해 등의 환경 요소의 영향 최소화 방안 마련 ◦ 광범위한 바다에서 운용될 수 있도록 드론의 장기체공 기술을 개발
	◦ 수상·수중 드론 개발	◦ 움직이는 선박에 드론 안전하게 착륙하는 방안 마련 ◦ 수중에서의 관련정보 수집을 위한 수상, 수중 드론 개발 ◦ 수중, 해저에서 안정적 통신 방안 마련
	◦ 전문화된 센서 개발	◦ 수상, 수중 환경에서도 오래 견디고 시야가 확보될 수 있도록 센서 개발 ◦ 기상, 기후, 수질 등의 해양환경 정보를 수집·분석 가능하도록 센서 개발
	◦ 예산확보	◦ 드론 사용목적에 따른 개발 예산 확보 방안 설정 ◦ 공공 목적의 드론이 제대로 개발되도록 충분한 예산 확보
인력 육성팀	◦ 드론 전문 인력 육성	◦ 드론을 개발·운용하기 위한 전문 인력 육성 ◦ 드론에서 수집된 정보를 판독하고 해석하는 전문가 육성
사업화 추진팀	◦ 해양수산 분야 드론 활용도 제고	◦ 연구 개발된 해양·수산 전용 드론을 현장에서 실험 ◦ 사업화된 후 현장 활용도를 높이기 위하여 드론 가격 저감 방안 마련 ◦ 상용화를 위하여 해양수산 환경에 맞도록 드론 규제 해결 ◦ 해양수산의 새로운 드론 활용분야 발굴

3. 드론 관련 산업 생태계 조성 시급

2015년 10월 미래창조과학부 융합연구정책센터에서 발간한 ‘무인이동시스템 기술로드맵⁵⁸⁾’에 따르면 아직 우리나라는 드론 관련 산업 생태계가 부재하여 제대로 된 드론 시장이 형성되어 있지 않다고 한다. 이로 인해 육상분야의 자율주행자동차 부문을 제외하고 나머지 공중, 수중/수상분야는 민간기업의 참여가 매우 부족하고 이로 인해 대부분의 관련 기술을 공공연구기관에서 추진하고 있다고 한다. 특히 수중/수상분야의 경우는 글로벌 시장 자체가 폐쇄적이며, 이로 인해 민간의 참여가 다른 영역에 비해 더욱 미진하다고 한다.

따라서 대부분 중소기업인 국내 드론 업계의 내수시장 개척과 글로벌 시장 진출을 위해서는 드론 관련 산업생태계의 조성이 시급하며 이를 위해 다음 2가지 방안의 모색이 필요하다.

1) ICT 기업 참여유도 및 공통기술 공동개발 방안 모색

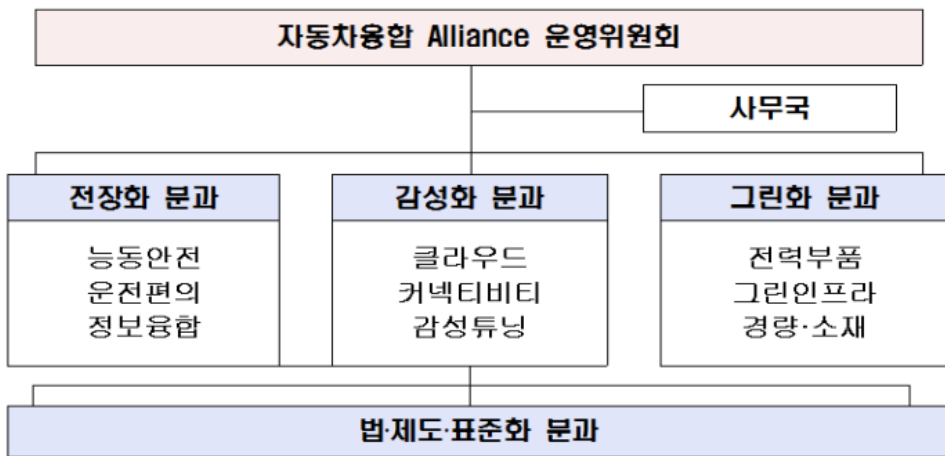
2015년 12월 산업통상자원부는 미래자동차 시장의 패러다임 변화에 부응해 국내 연관 기업들의 역량을 총 결집할 수 있도록 미래자동차 산업 관련 기업 연합체인 ‘자동차융합 얼라이언스’를 출범⁵⁹⁾하였다. 이 포럼은 최초 현대자동차, LG전자, 한화첨단소재, 네이버, KT, 오비고 등 6개 기업으로 발족하였으나 지금은 전자, 전기, 반도체, 소재, ICT 등 각 분야별 국내 기업들이 참여하여 현재 약 50여개 기업으로 확대되었다. 특히 네이버, SKT, KT, LG U+ 등의 ICT 전문기업들이 참여함으로써 미래자동차에 필요한 ICT 기술이 무엇인지를 적극적으로 개선하고 제안할 수 있도록 하고 있다. 이러한 ICT 기술은 미래자동차에서 없어서는 안 될 가장 중요한 기술로 자율주행을 위해 필요한 주변 인식, 장거리/근거리 통신 등을 포함하며 드론에도 없어서는 안 되는 필요조건이다.

⁵⁸⁾ 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술로드맵」, 2015. 10

⁵⁹⁾ 산업통상자원부 보도자료, 「대한민국 미래자동차 연합군 떴다!」, 2016. 2. 17

또한 아래의 그림과 같이 3개의 분과, 9개 세부분과로 구분하여 관련 기관/기업들을 모았으며, 공통의 주제로 토론하고 공통기술 개발이 가능한 기능들을 서로 논의할 수 있는 기반을 마련하였다.

〈그림 6-4〉 자동차융합 얼라이언스 추진체계(안)



자료 : 산업통상자원부 보도자료, 대한민국 미래자동차 연합군 뚝다!, 2016. 2. 17

드론의 경우는 아직까지 이러한 얼라이언스가 구성되어 있지 않아 기관이나 기업들이 개별적으로 또는 몇 개 기관, 기업이 컨소시엄을 구성하여 기술개발을 진행하고 있다. 특히 네이버, KT, SKT, LG U+ 등과 같은 ICT 기업들이 참여하는 드론 사업이 없기 때문에 드론 활용 시 중요한 통신, 인식 등의 문제를 드론개발자들이 직접 해결하고 있어 기술적 한계 및 문제점이 많이 발생하고 있다. 또한 기관과 기업에서 개별적으로 드론 동체, 소프트웨어 등 관련 기술을 경쟁적으로 개발하다보니 중복되거나 불필요한 기술들을 개발하는 경우도 많이 발생하고 있다.

따라서 이러한 드론 개발 관련 기술적 한계의 극복을 위해서는 대형 ICT 기업의 참여와 함께 중복되는 기술을 공통으로 개발함으로써 드론 개발 사업의 효율을 높일 수 있도록 정부차원의 ‘드론융합 얼라이언스’의 추진이 시급하다고 생각된다. 2016년 12월 6일 산업통상자원부는 무인기(드론)를 미래 먹거리

산업으로 육성하기 위해 초기시장 창출 및 규제완화, 핵심기술 집중개발, 융합 발전 생태계 조성을 본격적으로 추진한다고 발표⁶⁰⁾하였다. 본 발표 내용에는 ‘융합 얼라이언스’에 대한 내용이 포함되어 있으나 아직까지 자동차융합 얼라이언스처럼 구체적인 추진내용이 없기 때문에 시급히 정리, 배포, 추진되어 드론 관련 기관 및 기업이 준비할 수 있도록 해야 할 것이다.

〈그림 6-5〉 드론융합 생태계(안)



2) 중소기업 지원 방안 수립

국내에는 아직까지 드론 시장이 크지 않기 때문에 대기업들의 참여가 거의 없어 국내 드론 개발기업들은 대부분 중소기업들이다. 형성되어 있는 드론 시장 역시 개인 레저용 시장이 대부분으로 해외, 특히 중국 드론 개발업체들이 대부분의 국내 시장을 잠식하고 있다. 이러한 국내 드론 시장에 살아남기 위해 우리나라 드론 개발업체들은 장시간 비행, 악천후 극복, 충돌회피 등 신기술 개발을 통한 시장 잠식에 나서고 있지만 기술개발 투자 여력이 부족한 국내 드론 개발기업들만으로는 어려운 것이 현실이다. 따라서 국내 드론 기업들이 시장에

⁶⁰⁾ 산업통상자원부, 무인기 산업, 초기시장 창출로 본격 육성 추진, 2016. 12. 6

서 살아날 수 있도록 R&D 예산 우선 지원, 세제 혜택, 금융 지원 등 국가적인 차원에서의 지원이 절실히 필요하며, 그렇지 않을 경우 향후 몇 년 내 중국기업들이 국내 수요를 모두 잠식하여 지금의 컨테이너 크레인 시장과 같이 드론 또한 중국의 기술속국이 될 가능성이 크다.

〈표 6-6〉 드론 관련 중소기업 지원 방안(안)

지원 방안	내용
R&D 예산 지원	◦ 드론 관련 R&D 사업 추진 시 중소기업이 우선적으로 선정될 수 있도록 지원 방안 마련
세제 혜택	◦ 드론 관련 주요 부품 수입 시 관세 면제 ◦ 드론 스타트업 육성을 위한 초기 세금 감면
금융 지원	◦ 드론 중소기업에 대한 이자 감면, 대출금액 확대 등의 금융지원책 마련
수출지원 인프라 확충	◦ 중소기업의 원활한 드론 수출을 위한 원스톱 수출지원 및 협업체계 구축 ◦ KOTRA 등을 통한 해외 마케팅 지원

이러한 문제를 해결하기 위해 정부는 드론의 초기시장 창출이 중요하다고 보고 공공분야에서 먼저 무인기를 도입해 나가려 하고 있으며, 에너지 시설 관리, 산불감시 등 당장 활용할 수 있는 분야를 중심으로 3년간 2천억 원 이상의 공공수요를 창출하기로 했다⁶¹⁾. 하지만 이러한 공공수요 역시 대기업에서 수주하여 중소 드론 기업들에 하청하는 문제가 발생될 수도 있으므로 이는 국내 드론 관련 강소기업들이 수행할 수 있도록 사업 제안요건을 제한하는 등의 장치가 필요할 것으로 보인다. 이를 통해 국내 드론 산업의 선순환적 생태계가 조성되어 향후 중소기업의 국내 시장 점유뿐만 아니라 글로벌 진출의 디딤돌이 될 수 있도록 정부가 적극 지원해야 할 것이다.

61) 산업통상자원부, 무인기 산업, 초기시장 창출로 본격 육성 추진, 2016. 12. 6

참 고 문 헌

〈국내 문헌〉

- 관계부처합동, 무인이동체 산업활성화 및 일자리 창출을 위한 「무인이동체 발전 5개년 계획(안)」, p45~46, 2016.06
- 김주호, 정경진, 「국가연구개발사업의 R&D 활성화를 위한 기술가치평가 및 AHP 기법을 이용한 연구성과 평가모형 설계」, 한국컴퓨터종합학술대회, Vol 36, No. 1, 2009
- 김진환, 「무인수상선 자율화 기술 개발 및 응용」, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20
- 김형태, 「드론의 해양수산 분야 활용방안」, KMI 현안분석, 2014
- 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「무인이동시스템 기술로드맵」, 2015. 10
- 미래창조과학부, 「미래 이슈 분석결과 발표」, 2015.07
- 부산광역시, 「제2차 부산광역시 해양산업육성 종합계획」, 2016
- 산업통상자원부, 「무인기 산업, 초기시장 창출로 본격 육성 추진」, 2016. 12. 6
- 서동혁, 김승민, 「무인이동체산업의 국내 역량분석 및 정책방향: 드론 및 자율주행차를 중심으로」, 산업연구원, 2016.5
- 양정모, 「AHP를 활용한 연구과제 선정방법 개선을 위한 연구」, 한국학술진흥재단, 2007. 12.
- 윤자영, 「드론의 현황과 규제완화 정책 - 상업용 드론을 중심으로」, KIET 산업경제, 산업연구원, 2016. 10
- 이종섭, 「드론과 ICT융합산업 활성화 방안」, 한국드론협회, 2015
- 전형모, 이연경, 최상희, 「벌크터미널 작업환경개선 및 생산성 향상을 위한 기술로드맵 수립」, 2015년도 한국물류과학기술학회 추계학술대회
- 조용곤, 조근태, 「Delphi와 AHP를 이용한 생명공학분야 미래유망기술의 R&D전략 수립」, 대한산업공학회/한국경영과학회 2004 춘계학술대회
- 채송화, 홍승표, 「상업용 드론의 기회와 위험요소 분석」, 한국통신학회 2015 하계종합학술회의, 2015

- 최상희, 「2017 항만물류기술 전망과 대응」, 해양수산전망대회 2016~2017, 한국해양수산개발원, 2017
- 최상희, 이연경, 전형모, 「벌크항만 미래기술개발 전략 수립연구」, 한국해양수산개발원, 2015
- 최형식, 「수중드론 기술 현황 및 미래」, 드론쇼 코리아 컨퍼런스 2017, 2017. 1. 20
- 한국과학기술기획평가원, 「2014년 기술수준평가」
- 한국산업기술평가관리원, 「2013년 산업기술수준조사 보고서」, 2013.12
- 한국전자통신연구원, 「ECO sight 3.0 : 미래사회전망」, 2015.06
- 해양수산부, 「제4차 산업혁명 종합대책」, 2017
- 홍정만, 「AHP 기법을 적용한 민간 기업의 신재생에너지 평가항목에 대한 연구」, 에너지경제연구, 제10호 제1권, 2011.

〈국외 문헌〉

- C. C. Murray, A. G. Chu, The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 54, May 2015, pp.86-109.
- Gartner, Top 10 Strategic Technology Trends 2016~2017, 2015/2016.12
- WorldCargo News, November 2016

〈인터넷 자료〉

- Amazon Prime Air, <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?node=8037720011>
- Ascending Technologies, <http://www.asctec.de/en/sky-futures-usa-awarded-section-333-exemption-permitting-use-of-drones-for-oil-and-gas-inspections>
- CNBC Facebook, <https://www.facebook.com/cnbc/videos/10155233043584369/>
- Daily Press, <http://www.dailypress.com/news/southside/dp-pictures-dominion-shows-how-they-use-drones-20161003-photogallery.html>
- Domino's, <https://www.dominos.com.au/inside-dominos/technology>
- Drone Life, <http://dronelife.com/2016/08/08/police-drones-multiply-across-globe>

- Drone Volt Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=eAtwnfOz68o>
- Fortune, <http://fortune.com/2016/07/22/7-eleven-drone-flirtey-slurpee>
- Fortune, <http://fortune.com/2017/02/21/ups-drone-deliveries-florida>
- GEODIS, <http://www.geodis.com/en/view-1859-communicue.html/1961>
- Higher Learning, <http://thehigherlearning.com/2015/08/26/north-dakota-approves-use-of-armed-drones-by-police-after-lobbyist-gets-involved>
- KBS, <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=3317212&ref=A>
- Mail Online, <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3575571/The-drone-make-RAIN-Cloud-seeding-UAV-makes-flight-Nevada-provide-relief-drought-stricken-state.html>
- Mercedes-Benz Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=ve63xdzc3hg>
- Starship Technologies Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=lzwz1UsxYdk>
- Stony Brook Newsroom, http://sb.cc.stonybrook.edu/news/general/2016_08_05_DronesInMadagascar.php
- The Verge, <http://www.theverge.com/2016/3/8/11181756/maersk-drone-delivery-shipping-tanker-nautical>
- Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Drone>
- Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=tHYM7k3QMnc>
- 교통안전공단, http://www.ts2020.kr/html/nsi/qti/AWTTTestInfoWeight_1.do
- 국립수산과학원 포토뉴스, <http://www.nifs.go.kr/bbs?id=photonews&flag=pre&boardIdx=31831>
- 국립수산과학원, <http://www.nifs.go.kr/bbs?id=insmaterial&flag=pre&boardIdx=2535&site=&gubun=A>
- 국토해양부, http://www.molit.go.kr/USR/policyTarget/m_24066/dtl.jsp?idx=584
- 글로벌 물류기술 통합정보시스템, https://www.glotiis.or.kr/tia03v.do?cn_id=2017012600001&cn_type_cd=TIA&MENU_ID=TIA00
- 기아자동차 홈페이지, <http://www.kia.ac.kr>
- 네이버캐스트 용어로 보는 IT, <http://navercast.naver.com/contents.nhn?rid=122&>

contents_id=80211

뉴스1, <http://news1.kr/articles/?2693613>

두산백과, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1085499&cid=40942&categoryId=32367>

디지털타임스, http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2016061402101176036001

무등일보, <http://www.honam.co.kr/read.php3?aid=1471273200500245064>

서울신문, <http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20161203012028>

연합뉴스, <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2015/05/04/0200000000AKR20150504061100005.HTML?input=1195m>

연합뉴스, <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2016/08/16/0200000000AKR20160816120500060.HTML>

연합뉴스, <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/02/13/0200000000AKR20170213043600003.HTML?input=1195m>

전자신문, <http://www.etnews.com/20161207000218>

충북일보, <http://www.inews365.com/news/article.html?no=459764>

포커스뉴스, <http://www.focus.kr/view.php?key=2016040600152955538>

한국과학기술연구원 홈페이지, <http://www.kist.re.kr>

한국항공우주연구원 홈페이지, <http://www.kari.re.kr>

부록 1. 수요발굴위원회 명단

구분	성명/직함	소속
수산	황재동 박사	국립수산과학원
	윤홍주 교수	부경대학교
	박겸준 박사	국립수산과학원
	이남수 팀장	한국해양수산개발원
해양	이강기 교수	한국해양대학교
	강용덕 대표이사	해양정보기술
	최우열 박사	한국해양과학기술원
	박진호 순경	부산해양경비안전서
	최지연 박사	한국해양수산개발원
항만	전명길 부장	BNCT
	심영석 부사장	코리아테크 인스펙션
	김종덕 과장	부산세관
	김효석 차장	부산항만공사 항만정책부
	김현우 이사	해양정보기술
	이우열 이사	경일로지스틱스
해운	김주화 실장	해운조합
	조봉기 상무	선주협회
	김기준 감독	부관훼리
	김인환 전무	흥아해운
	김규환 수석검사원	한국선급 정부대행업무팀
	김혜정 순경	부산해양경비안전서

부록 2. 기술검토위원회 명단

성명/직함	소속
강범수 교수	부산대학교
최형식 교수	한국해양대학교
김준호 박사	한국항공우주연구원
진정희 대표이사	X-Drone
황재동 박사	국립수산과학원
윤홍주 교수	부경대학교
이제신 팀장	해양정보기술
최우열 박사	한국해양과학기술원

해양수산분야 드론활용 확대방안 연구

2017年 3月 29日 印刷

2017年 3月 31日 發行

편집검
발행인

양 창 호

발행처

한국해양수산개발원

부산광역시 영도구 해양로301번길 26

전 화

051-797-4800 FAX : 051-797-4810

등 록

1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄/(주)비전테크시스템즈 Tel : 02-3432-7132

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 02-394-0337

정가 15,000원

