

[별지 제5호 서식]

## 최종보고서 제출양식

결표지 양식 : (4×6배판(가로19cm×세로26.5cm))

(뒷 면)

(옆면)

(앞 면)

	<p>20○○ - ○○</p> <p>연 구 과 제 명</p> <p>무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵 2.0 수립 (Unmanned Vehicle Technology Roadmap 2.0)</p> <p>연구기관 : 인터젠클설팅(주) 연구책임자 : 유종학</p> <p>2022 . 8. 4</p> <p>과 학 기 술 정 보 통 신 부</p>
--	---

## 안내문

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의  
개인적 견해이며 과학기술정보통신부의 공식 견  
해가 아님을 알려드립니다.

과학기술정보통신부 장관 이종호

# 제 출 문

과 학 기 술 정 보 통 신 부 장 관 귀하

본 보고서를 “ 무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵 2.0 수립 ”의 최종보고서로  
제출합니다.

2022 . 08 . 04 .

연구기관명 : 인터젠크설팅(주)

연구책임자 : 유종학 본부장/이사

연 구 원 : 김재정 책임연구원

연 구 원 : 정진주 책임연구원

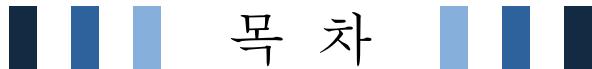
연 구 원 : 신수경 전임연구원

연 구 원 : 박찬영 전임연구원

연 구 원 : 박유송 전임연구원

연 구 원 : 신흥인 전임연구원

※ 연구기관 및 연구책임자, 연구원은 실제 연구에 참여한 기관 및 자의 명의임.



# 목 차

I. 서론 .....	1
1.1. 추진배경 및 필요성 .....	1
1.2. 추진경과 .....	2
1.3. 무인이동체의 정의 및 분류 .....	3
II. 산업현황 및 전망 .....	6
2.1. 법·정책 현황 .....	6
2.1.1. 해외 법·정책 현황 .....	6
2.1.2. 국내 법제도 현황 .....	49
2.1.3. 국내 정책 현황 .....	73
2.1.4. 국내 정부R&D 현황 .....	84
2.2. 산업현황 및 전망 .....	100
2.2.1. 무인이동체 시장 동향 .....	100
2.2.2. 글로벌 무인이동체 산업동향 .....	130
2.2.3. 국내 무인이동체 산업동향 .....	152
2.3. 시사점 .....	161
III. 국내 기술 및 산업실태 진단 .....	163
3.1. 국가 기술수준 분석 .....	163
3.1.1. 공통원천기술 기술수준 .....	165
3.1.2. 차세대플랫폼 기술수준 .....	183
3.1.3. 인프라기술 기술수준 .....	186
3.2. 국내 산업실태 진단 .....	198
3.2.1. 플랫폼 산업실태 .....	198
3.2.2. 부품 산업실태 .....	206
3.3. 시사점 .....	210
IV. 기술로드맵 2.0 .....	212
V. 주요정책과제 .....	270
VI. 결론 .....	281



# 표 목 차

<표 1-1> 무인이동체 기술분류 체계	3
<표 2-1> 해외 법·정책 변동사항 및 시사점	6
<표 2-2> 주요국 무인이동체 기술개발 정책 동향	8
<표 2-3> EU SRIA 개발기술 방향 및 영향력 분석	12
<표 2-4> 일본 분야별 R&D 방향 및 계획	13
<표 2-5> ISO/TC20/SC16 구성 및 작업 내용	17
<표 2-6> ASTM F32 위원회 제정 표준 내용	18
<표 2-7> 미국 연방법률규정 무인항공기 규제 내용	20
<표 2-8> 미국 연방항공청 상업용 드론 주요 운행 규정	20
<표 2-9> EU 드론 비행규칙	21
<표 2-10> 유럽 주요국 무인항공기 규제동향	22
<표 2-11> 중국 및 일본 무인항공기 규제동향	23
<표 2-12> 미국 연방정부에서 발표한 가이드라인	27
<표 2-13> 미국 SAE 자율주행 기술 수준 분류	29
<표 2-14> 일본 자율주행 기술 수준 분류 및 책임 주체	32
<표 2-15> IHO S-100 기반 표준안	35
<표 2-16> 국가별 측위 시스템 활용 예시	39
<표 2-17> 국내 법·정책 변동사항 및 시사점	49
<표 2-18> 국내 무인이동체 상용화 법제	50
<표 2-19> 국내 무인비행장치 관련 공역 선정 현황	52
<표 2-20> 드론 관련 국내 표준	53
<표 2-21> 참고 : KS W 9000의 주요 용어 및 무인항공기 분류 예시	53
<표 2-22> 공공 수요 기반, 무인항공기 시범적용 현황	55
<표 2-23> 국내외 무인항공기 주파수 및 출력기준 비교	66
<표 2-24> 항공기용 항공교통관리시스템(ATM)과의 비교	68
<표 2-25> 국내 정책 변동사항 및 시사점	73
<표 2-26> 국내 무인이동체 관련 부처별 정책 동향(1)	74
<표 2-27> 국내 무인이동체 관련 부처별 정책 동향(2)	75
<표 2-28> 무인이동체 기술개발 및 산업성장 추진전략	76
<표 2-29> 상시 재난 감시용 성충권 드론 기술개발사업 내용	77
<표 2-30> 육·해·공 무인이동체 혁신인재양성 사업 내용	78
<표 2-31> 제3차 항공산업발전 추진전략	79
<표 2-32> 드론산업 경쟁력 강화 방안 추진전략	80
<표 2-33> 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵의 목표 및 추진내용 정리	82
<표 2-34> 국내 정부 R&D 투자 변동사항 및 시사점	84

<표 2-35> 부처별 무인이동체 R&D투자 금액	86
<표 2-36> 무인이동체 부문별 R&D투자 금액	87
<표 2-37> 무인이동체 기술별 R&D투자 금액	88
<표 2-38> 탐지 및 인식 연도별 R&D투자 금액	89
<표 2-39> 통신 및 네트워크 연도별 R&D투자 금액	90
<표 2-40> 자율지능 연도별 R&D투자 금액	91
<표 2-41> 동력원 및 이동 연도별 R&D투자 금액	92
<표 2-42> HMI 연도별 R&D투자 금액	93
<표 2-43> 시스템 통합 연도별 R&D투자 금액	94
<표 2-44> 플랫폼 연도별 R&D투자 금액	95
<표 2-45> 인프라 연도별 R&D투자 금액	96
<표 2-46> 부처별 과제당 R&D투자 금액	97
<표 2-47> 플랫폼별 과제당 R&D투자 금액	98
<표 2-48> 기술분야별 과제당 R&D투자 금액	99
<표 2-49> 글로벌 시장동향 변동사항 및 시사점	100
<표 2-50> 무인이동체 시장 분류체계	101
<표 2-51> 군수용 공중무인이동체 시장규모	102
<표 2-52> 국방예산 조달로 개발된 공중무인이동체	104
<표 2-53> 후발국 군용 공중무인이동체	105
<표 2-54> 군수용 공중 무인이동체 제품 동향	106
<표 2-55> 군수용 안티드론 제품동향	107
<표 2-56> 상업용 공중무인이동체 시장규모	108
<표 2-57> 분야별 공중무인이동체 시장규모	109
<표 2-58> 농업용 공중 무인이동체 제품 동향	111
<표 2-59> 건설분야 공중무인이동체 주요 임무	111
<표 2-60> 배송용 공중 무인이동체 제품 동향	112
<표 2-61> 인프라관리 공중 무인이동체 제품 동향	113
<표 2-62> 취미용 공중무인이동체 시장규모	114
<표 2-63> 취미용 드론 주요 제품	115
<표 2-64> 군수용 육상무인이동체 시장규모	116
<표 2-65> 군집운용 개발 사례	119
<표 2-66> 민수용 육상무인이동체 시장규모	120
<표 2-67> 민수용 육상 무인이동체 제품 동향	123
<표 2-68> 군수용 해양무인이동체 시장규모	124
<표 2-69> 군수용 해양 무인이동체 개발 사례	125
<표 2-70> 민수용 해양무인이동체 시장규모	127
<표 2-71> 글로벌 무인이동체 산업동향 변동사항 및 시사점	130

<표 2-72> 공중무인이동체 응용서비스 분야 진출 사례	133
<표 2-73> 완성차 제조기업의 진출 사례	133
<표 2-74> 글로벌 제조사의 부품기업 제휴·인수합병을 통한 생태계 구축 사례	134
<표 2-75> 인수합병을 통한 생태계 구축	135
<표 2-76> 글로벌 공중무인이동체 산업 기업협력 동향	137
<표 2-77> 육상무인이동체 적용분야별 주요 제조사	140
<표 2-78> 육상무인이동체 배송 분야 기업진출	140
<표 2-79> 육상무인이동체 무인트랙터 기업동향	141
<표 2-80> 육상무인이동체 운송/물류분야 기업동향	142
<표 2-81> 육상무인이동체 소형화물 및 서비스분야 기업동향	143
<표 2-82> 글로벌 육상무인이동체 산업 기업협력 동향	144
<표 2-83> 글로벌 해양무인이동체 산업 기술혁신 동향	148
<표 2-84> 주요 해양무인이동체 부품기업 동향	149
<표 2-85> 주요 해양무인이동체 부품기업 플랫폼 제조 현황	149
<표 2-86> 글로벌 수상무인이동체 산업 기업협력 동향	150
<표 2-87> 글로벌 수중무인이동체 산업 기업협력 동향	151
<표 2-88> 국내 대기업 공중무인이동체 진출 사례	152
<표 2-89> 국내 농업 및 촬영용 소형 드론 신제품 현황	153
<표 2-90> 국내 무인이동체 산업 인수·합병	154
<표 2-91> 국내 방산용 육상무인이동체 제품	155
<표 2-92> 국내 육상무인이동체 제품출시 사례	157
<표 2-93> 국내 해양무인이동체 제품	159
<표 3-1> 특허분석 개요	163
<표 3-2> 탐지 및 인식 분야 특허출원 현황	166
<표 3-3> 탐지 및 인식분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황	167
<표 3-4> 자율지능 분야 특허출원 현황	169
<표 3-5> 자율지능 분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황	170
<표 3-6> 동력원 및 이동 분야 특허출원 현황	172
<표 3-7> 동력원 및 이동 분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황	173
<표 3-8> 통신 및 네트워크 분야 특허출원 현황	174
<표 3-9> 통신 및 네트워크 분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황	176
<표 3-10> 시스템 통합 분야 특허출원 현황	178
<표 3-11> 시스템통합분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황	179
<표 3-12> 휴먼-머신 인터페이스 분야 특허출원 현황	181
<표 3-13> 휴먼-머신 인터페이스분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황	182
<표 3-14> 플랫폼 대형화 및 초소형화	184
<표 3-15> 플랫폼 군집운용 개발	184

<표 3-16> 주요국 무인이동체(국방) 기술 순위	185
<표 3-17> 안티드론 분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황	189
<표 3-18> 관제 분야 상위 5대국가 주요 특허지수 현황	193
<표 3-19> 서비스인프라 분야 상위 5대국가 주요 특허지수 현황	196
<표 3-20> 국내 무인이동체 기업체 수	199
<표 3-21> 국내 무인이동체 기업규모별 종사인원	200
<표 3-22> 국내 무인이동체 플랫폼별 종사인원	200
<표 3-23> 국내 무인이동체 직무별 종사자인원	201
<표 3-24> 국내 무인이동체 산업 매출동향	201
<표 3-25> 국내 무인이동체 기업규모별 매출액 현황	202
<표 3-26> 국내 무인이동체 산업 교역규모	203
<표 3-27> 국내 무인이동체 수출수입액 및 기업수	204
<표 3-28> 국내 무인이동체 산업 수요처 현황 및 비중	204
<표 3-29> 국산부품 활용 저해요인	208
<표 3-30> 핵심부품별 선도국 대비 기술경쟁력, 국산화 활용률, 국산화 필요성	210
<표 4-1> 탐지 및 인식 기술로드맵	215
<표 4-2> 자율지능 기술로드맵	220
<표 4-3> 동력원 및 이동 기술로드맵	225
<표 4-4> 통신 및 네트워크 기술로드맵	232
<표 4-5> 시스템통합 개발체계 기술로드맵	238
<표 4-6> 시스템통합 소프트웨어체계 기술로드맵	239
<표 4-7> 시스템통합 하드웨어체계 기술로드맵	240
<표 4-8> 휴먼-인터페이스 기술로드맵	247
<표 4-9> 신규 플랫폼 분류 및 유망플랫폼	251
<표 4-10> 차세대 플랫폼	252
<표 4-11> 차세대 플랫폼 기술로드맵	253
<표 4-12> 안티드론 기술로드맵	255
<표 4-13> 관제 기술로드맵	259
<표 4-14> 서비스인프라 기술로드맵	263

# 그 림 목 차

[그림 1-1] 4차 산업혁명기술 집약체로서의 무인이동체	1
[그림 1-2] 운용환경에 따른 무인이동체 분류	4
[그림 1-3] 사용목적에 따른 무인이동체 분류	5
[그림 2-1] 2019년 미국 국방부 무인이동체 부처별 예산	10
[그림 2-2] EU 단계별 달성 목표 및 완료시점 계획	11
[그림 2-3] SESAR JU 연도별 R&D 예산(2016~2020)	12
[그림 2-4] JARUS 7개 분과	19
[그림 2-5] 미국 항공우주국의 교통 관제(UTM)시스템	40
[그림 2-6] 무인항공기 용도별 주파수 이용 현황	66
[그림 2-7] 국내 드론시장 규모	80
[그림 2-8] 세계 드론시장 규모 순위	80
[그림 2-9] 상용화 성공모델	80
[그림 2-10] 드론 관련 일자리수	80
[그림 2-11] 정부의 드론 분야 혁신성장 동력 목표(2018~2022)	81
[그림 2-12] 정부의 드론 R&D 투자계획	81
[그림 2-13] 무인이동체 분야 정부 R&D 투자 현황('12~'20)	87
[그림 2-14] Skyborg 운용 개념도	107
[그림 2-15] 개발 중인 차세대 수소 무인항공기	113
[그림 2-16] 차세대 군용 육상 무인이동체	117
[그림 2-17] 주요 군용 UGV	118
[그림 2-18] Wärtsilä社의 친환경 무인 바지선 개념도	128
[그림 2-19] IBM社의 자율항해 탐사선 개념도	129
[그림 2-20] 글로벌 공중무인이동체 산업 가치사슬	131
[그림 2-21] 글로벌 공중무인이동체 산업구조	132
[그림 2-22] 글로벌 육상무인이동체 산업 가치사슬	138
[그림 2-23] 글로벌 육상무인이동체 산업구조	139
[그림 2-24] 글로벌 해양무인이동체 산업 가치사슬	145
[그림 2-25] 글로벌 해양무인이동체 산업구조	146
[그림 3-1] 탐지 및 인식 분야 기술수준	166
[그림 3-2] 자율지능 분야 기술수준	169
[그림 3-3] 동력원 및 이동 분야 기술수준	172
[그림 3-4] 통신 및 네트워크 분야 기술수준	175
[그림 3-5] 시스템통합 분야 기술수준	178
[그림 3-6] 휴먼-머신 인터페이스 분야 기술수준	181
[그림 3-7] 플랫폼 분야 상대기술순위	185

[그림 4-8] 안티드론 분야 국적별 연도별 등록특허 출원 현황 .....	187
[그림 3-9] 안티드론 분야 기술수준 .....	188
[그림 4-10] 관제 분야 국적별 연도별 등록특허 출원 현황 .....	191
[그림 3-11] 관제 분야 기술수준 .....	192
[그림 4-12] 서비스인프라 분야 국적별 연도별 등록특허 출원 현황 .....	195
[그림 3-13] 서비스인프라 분야 기술수준 .....	196
[그림 3-14] 국내 무인이동체 기업 조직 형태 .....	198
[그림 3-15] 국내 무인이동체 사업 참여 개시연도별 업력 .....	198
[그림 3-16] 국내 무인이동체 관련 종사 분야 .....	199
[그림 3-17] 국내 핵심부품 구성 및 국산화 현황 .....	206
[그림 3-18] 시장 최고부품 대비 국산부품 기술경쟁력 현황 .....	207
[그림 3-19] 외산부품 대비 국산부품 평균 가격경쟁력 .....	207
[그림 3-20] 국산부품 주력시장 및 수요 .....	208
[그림 3-21] 무인이동체 부품 생산환경 및 R&D 실태 .....	209

## I . 서론

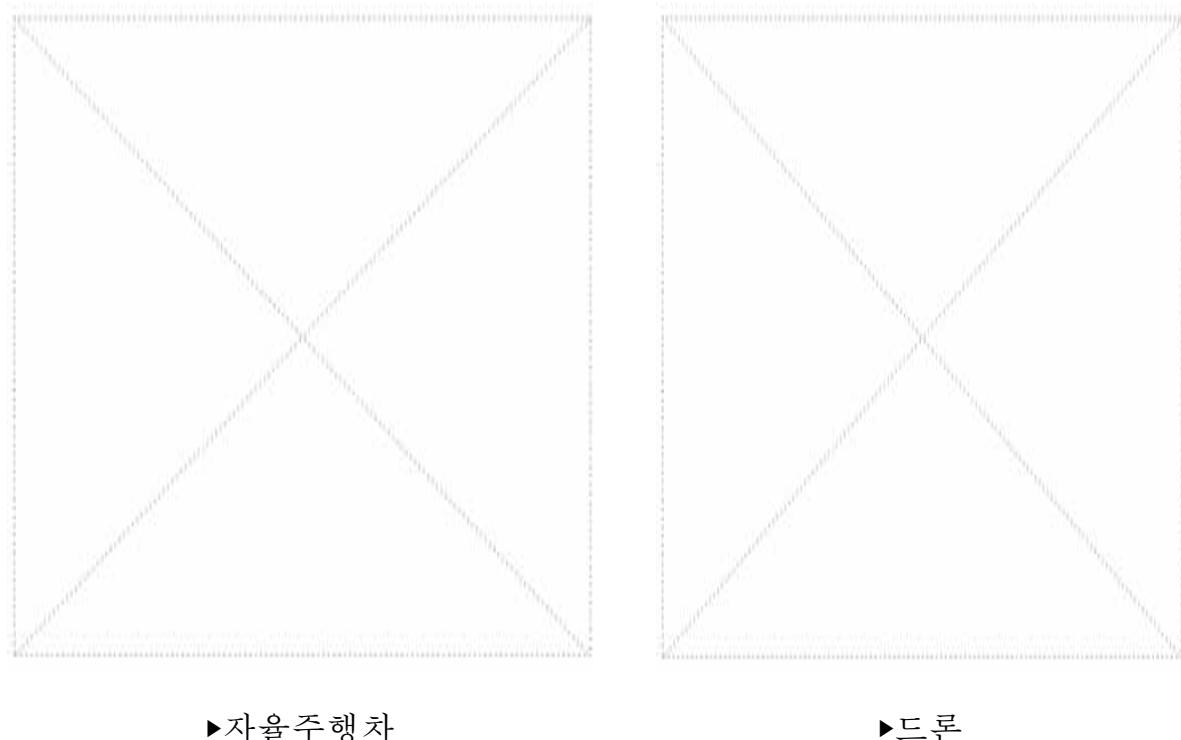
### 1.1. 추진배경 및 필요성

- 초지능·초연결이 전 산업과 사회에 혁신을 야기하는 4차 산업혁명이 도래함에 따라 자율주행차, 드론 등 무인이동체\*가 급부상\*\*

\* 외부 환경을 인식하고 상황을 판단하여 작업을 수행할 수 있는 이동체로, 자율주행차(육상), 드론·무인기(공중), 무인선박·잠수정(해양) 등을 통합하는 개념

\*\* 시장규모 : ('20) 719억\$ → ('25) 1,255억\$ → ('30) 2,275억\$  
(MarketsandMarkets 등)

[그림 1-1] 4차 산업혁명기술 집약체로서의 무인이동체



- 이에 무인이동체 산업을 고부가가치 신산업으로 육성하기 위해 '무인이동체 기술로드맵'을 마련('17.12월)하고, 전주기적 지원중



- 그간 국내 무인이동체 기술수준 및 관련 산업 규모는 향상\*되었으나, 세계 수준과 비교시 기술 및 핵심부품 등 경쟁력은 여전히 낮은 수준\*\*

\* 원천기술 분야 세계 최고 대비 국내 기술수준 : ('17) 60% → ('22) 80% 무인이동체 관련 기업 수/매출액 : ('17) 132개/2,531억원 → ('20) 308 개/6,783억원

\*\* 핵심부품 관련 시장 최고부품 대비 기술경쟁력 89%, 가격경쟁력 168% 수준

- 또한, 미국의 드론 국산화 노력\* 등 고려시 국산화율 제고 필요

\* 미국의 경우 정보유출 등 방지 위해 중국 부품을 포함하는 드론 사용을 정부차원에서 금지하고('18), 국산화를 위해 미국내 드론 스타트업 등 지원('19, BLUE UAS), 일본도 드론 조달지침을 만들어 사이버 안보 강화를 위해 중국산 드론을 배제 추진('21)

- 국내 무인이동체 산업 경쟁력 강화를 위해 최신 산업·기술 동향 파악 및 국내 수준 등 재진단을 통해 기술로드맵 2.0 수립 필요

- 기술 변화에 입각한 새로운 공통 원천기술 및 미래 시장선점을 위한 차세대 유망 플랫폼, 국산부품 경쟁력 제고 방안 등 도출 추진

## 1.2. 추진경과

- 무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략 수립('15.5, 과기자문회의)

※ '무인이동체'라는 용어를 처음으로 정의, 기술·제도·인프라를 마련한 최초 전략

- 무인이동체 발전 5개년 계획 수립('16.6, 국과심)

※ '무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략'의 후속조치로 향후 5년간의 세부 추진계획 마련

- 과기정통부 '무인이동체 기술혁신과 성장 로드맵' 수립('17.12)

※ 차세대 무인이동체 원천기술 확보를 위해 향후 10년간 중·장기 R&D 방향 제시

□ 무인이동체 신규 R&D 사업 기획 및 추진('17.12 ~)

\* 무인이동체 원천기술개발, 미래선도 핵심기술개발, DNA+드론기술개발, 불법드론 저능형 대응기술개발, 육해공 무인이동체 혁신인재양성, 상시재난감시용 성층권드론 등 6개 사업

□ 무인이동체 기술로드맵 2.0 착수('21.10)

\* 기술수요조사('22.1~3), 분과위 운영('22.3~5), 공청회('22.7), 부처협의 ('22.7)

### 1.3. 무인이동체 정의 및 분류

- (정의) 무인이동체란 외부환경을 인식해 스스로 상황을 판단하여 이동하고, 필요시에는 작업을 수행할 수 있는 이동체로 정의
- 외부 환경, 자체 운동량 등을 탐지하고 인식할 수 있는 능력을 보유하고, 스스로 및 타 물체를 움직일 수 있는 능력을 보유해야 함
  - 주어진 계획에 따라, 임무를 수행하며, 조종자와 교류할 수 있는 능력을 보유해야 함

<표 1-1> 무인이동체 기술분류 체계

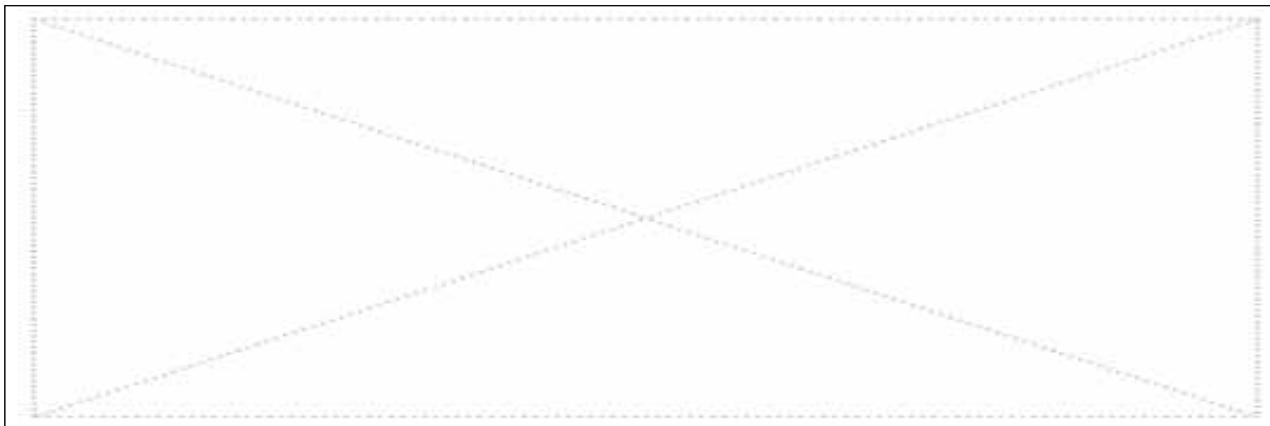
6대 분야		핵심기술
분야	내용	
탐지 및 인식	무인이동체에 탑재된 센서장비와 데이터 처리를 통해 무인이동체의 위치와 자세를 추정, 무인이동체 주변의 사물 탐지, 외부 환경상태를 인식하기 위한 기술	항법 및 항행
		탐지 및 회피
		임무장비
통신	무인이동체를 활용하여 안전하고 효율적인 임무 수행을 위해 무인이동체와 지상통제시스템, 무인이동체와 통신 인프라, 무인이동체와 무인이동체간에 정보를 교환하는 기술	통신 미디어
		네트워크
		통신 보안
자율 지능	기계가 상황을 인지하고 판단하여 인간의 간섭이나 감독없이 스스로 결정을 내리고 학습을 통해 기능을 최적화 또는 고도화하는 기술	상황인식
		자가운영
		자가진정성 관리
		지능협업
동력원 및 이동	무인이동체 임무영역 확장을 위한 기본적인 기술로서 구동·추진장치에 에너지를 제공하고 일부 탐색장비 및 서브시스템에 전원을 제공하기 위한 고효율 동력원, 임무수행지로 이동하기 위한 이동장치, 임무수행을 위한 작업장치를 위한 기술 등	동력원
		이동 및 작업
인간-이동체 인터페이스	무인이동체를 운용하는 관점에서 인간-기계 인터페이스와 인간-기계 상호작용을 모두 의미하는 기술	인간 친화적 사용자 인터페이스
		원격 운용
		사용자의 의도 추론 및 대응기술
		협력 기술
시스템 통합	자율지능(Autonomy)을 갖춘 차세대 무인이동체 개발을 위해 시스템과 소프트웨어의 요구도 설정부터 설계, 시험평가, 검증에 이르는 일련의 과정을 새롭게 체계화 하는 기술	개발 체계
		S/W 체계
		H/W 체계

\* 핵심기술은 하위 단위인 요소기술 및 세부기술로 구성됨

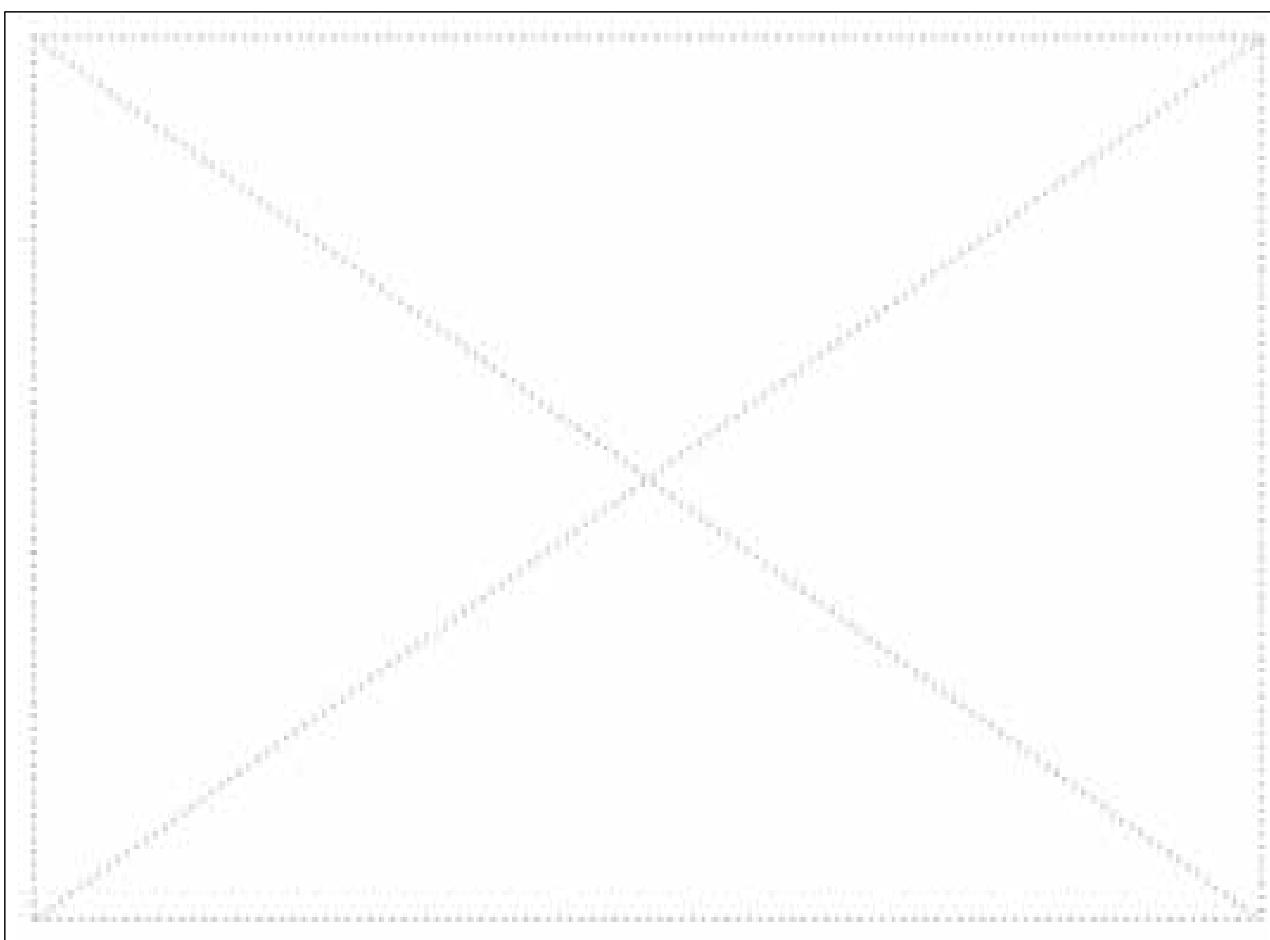
((예)) [핵심기술] 항법 및 항해 → [요소기술] 위성항법 정밀도 향상 및 무결성 확보기술 → [세부기술] 무인이동체 3차원 공간 위치 추정을 위한 다중 GNSS 신호 분할/결합을 통한 항법해 향상기술

- (운용환경에 따른 분류) 무인이동체는 운용환경에 따라 공중·육상·해양 무인이동체로 분류되며, 해양 무인이동체는 다시 수상환경과 수중 환경에 따라 하위분류로 구분
  - (공중무인이동체(UAV)) 조종사를 태우지 않고, 공기역학적 힘에 의해 부양하여 자율적으로 또는 원격조종으로 비행을 하며 무기 또는 일반화물을 실을 수 있는 일회용 또는 재사용할 수 있는 동력 비행체
  - (육상무인이동체(UGV)) 이동체 내부 및 외부의 컴퓨팅 시스템에 의한 자율제어 및 원격조정으로 이동과 임무 수행이 가능하며, 차륜이나 궤도, 관절 등 지면과의 접촉(마찰)을 통해 이동 작업하고 탑재된 임무 장비를 활용하여 목표 임무를 수행하는 이동체 및 운용 관리 시스템
  - (해양무인이동체(UMV)) 수상 또는 수중 등에서 운용되는 모든 무인이동체를 통칭하며, 수상에서 운용되는 무인이동체를 무인수상선박(USV)이라 하고, 수중에서 자유롭게 이동하면서 주어진 임무를 수행하는 무인이동체를 수중로봇(UUV)이라고 함
    - (무인수상선박(USV)) 황천 중 작업처럼 위험하거나, 해양 감시, 해양 조사 등과 같이 장시간 임무를 대체하여 사용
    - (무인로봇(UUV)) 케이블이 연결되어 외부와 통신하고 전원을 공급하는 ROV (Remotely Operated Vehicle), 무선으로 운용되며 자체적으로 미션을 수행하는 AUV (Autonomous Underwater Vehicle)가 있음
- (사용목적에 따른 분류) 무인이동체는 사용목적에 따라 운송, 농수산업, 인프라 관리, 오락 및 스포츠 등으로 분류

[그림 1-2] 운용환경에 따른 무인이동체 분류



[그림 1-3] 사용목적에 따른 무인이동체 분류



## II. 산업현황 및 전망

### 2.1. 법·정책 현황

#### 2.1.1. 해외 법·정책

<표 2-1> 해외 법·정책 변동사항 및 시사점

분야	구분	무인이동체 기술로드맵 1.0(2017)	무인이동체 기술로드맵 2.0(2022)
해외 기술개발 정책	미국	·무인이동체 대상 미래에 개발이 필요한 기술에 대해 기재	·정책 변화는 없으나, '19년도 기준 투자금액 75억\$로 '16년대비 65% 증가
	유럽	·무인이동체 및 로봇 대상 유관산업의 통합기술 분야에 대해 기재	·기체 중심의 개발정책에서 교통, 시스템 중심으로 기술개발 정책 추진
	터키	—	·군사적 목적의 완성 플랫폼의 개발을 위한 기술과 제도분야 식별 및 로드맵작성
	일본	—	·산업진흥 관점에서 제도적 환경 조성에 집중
	러시아	—	·산업진흥 관점에서 연구기관과 기업간 네트워크 형성 및 환경조성에 집중
	시사점	·주요국은 무인이동체 산업 및 기술발전을 위해 필요한 기술개발(미국, 터키), 상용화 제도정비(일, 러) 또는 통합환경 구축(유럽) 등에 집중하고 있음	
해외 상용화 법제	공중	·제한적 공역에서 운용을 허가하며, 무인항공기를 유인 공역에서 안전하고 원활하게 통합 운용하기 위한 시도 추진 ·국제표준 전무, 미국과 유럽이 운영규제 제정	·공역관리는 큰 변동사항이 없음 ·ISO, 유럽, 미국 등 위주로 기술표준화 진행중 ·주요국 대부분은 산업활성화를 위해 공공 수요 창출 등 산업 활성화 정책을 추진
	육상	·미국은 자율주행차 상용화에 대비하여 안전성 강화와 제도적 운전자성 근거마련에 주력	·자율운행 차 중심으로 통신기술 등 국제기술표준화에 주요국 중심으로 자국기술을 표준화로 등재 추진 중
	해양	—	·국제기구 중심으로 안전 및 기술표준 제정 추진 중 ·해운산업 주도국(영국, 덴마크 등) 위주로 자율운항 선박 개발 및 발주 지원정책 추진
	시사점	·미국, 유럽연합 등 정부 차원에서 드론산업 육성하고 있으며, 상용화를 위해 규제개선, 실증사업, 공공수요 창출 등 산업 활성화 정책을 추진 중 ·육상은 자율주행차 중심으로 기술표준화에 주력하고 있음 ·자율운항선박의 운행과 관련된 국제규범, 기술표준을 마련하고 있으며, 기술개발 및 수요창출을 위해 공공수요 창출	
해외 인프라 법제	공중	·해외 주요국은 자체 위성항법 시스템개발 및 디지털맵 작성 ·미국이 UTM 시스템 구축 계획	·미국, 유럽 등은 전용 주파수 할당 및 관리 기관이 존재하며, 디지털 정밀지도 작성 및 무인교통관제시스템(UTM) 구축 추진 중
	육상	·미국, 유럽 등에서는 협력 지능형 교통시스템(C-ITS) 구축 프로젝트 ·V2X 통신기반을 구축하고, 표준화를 추진	·자율주행차의 상용화에 대응하고자 3차원 정밀도로지도 작성 및 자율주행차의 의사결정을 수행할 수 있는 기반구축을 진행 중
	해양	—	·IMO는 e-Nav 도입 및 표준화 정책의 기본방향 설정, 협약 제·개정 논의 주도 ·EMSA는 해양사고 예방을 위한 디지털 해양안전 관리방안 추진
	시사점	·드론과 자율주행차는 기반시설 및 시스템의 고도화를 추진하며, 기체개발 및 산업발전에 맞추어 인프라 고도화 추진 중 ·자율운항선박의 활용이 가능하도록 하는 기반기술과 시스템 구축 추진 중	
<b>&lt;해외 법·정책 총괄 시사점&gt;</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>(기술개발 투자확대) 주요국은 무인이동체 산업육성을 위해 기술개발 정책을 수립하여 투자를 확대하고 있으며, 법제도 정비·실증사업을 통해 상용화 촉진</li> <li>(공공수요 창출확대) 특히 민간시장 성숙에 앞서 공공수요 창출을 통해 국산화를 유도하고, 산업·기술 경쟁력을 제고함으로써 향후 시장선점을 준비</li> </ul>			

## 가. 해외 기술개발 정책

- 무인이동체 개발에 적극적인 해외 주요국(미국 등 5개국)들은 무인항공기를 중심으로 유관 기술분야를 개발하기 위한 계획(로드맵)을 수립하여 추진 중
  - 주요국 무인이동체 개발로드맵은 주로 공중무인이동체 위주로 구성되어 있으며, 개발을 목표로 하거나 유관한 기술의 방향성을 시기별로 계획
    - 군수용 공중무인이동체가 초점이 되는 경우 로드맵의 목표 기한이 중장기적이며, 산업 및 취미용 등 민수용 공중무인이동체의 개발로드맵은 중단기적인 목표 기한을 가짐
    - 민수용 무인이동체 기술로드맵은 관련 법제 및 상용화 대책 등을 함께 포괄하여 계획
  - (공통점) 주요국간 공통적인 기술개발의 특징은 임무의 효율화를 위한 하드웨어적 개선 및 플랫폼간 협력 등을 목표로 하고 있음
    - 국가마다 가지는 관심 기술의 분야와 수준은 매우 다름
      - \* 미국·터키는 원천기술 개발에 중점을 두고 로드맵이 수립되어 있고, 유럽·일본·러시아는 상용화 기술을 중점에 두고 수립되어 있음
  - (차이점) 한편 국가별 차이점을 보면, 미국·터키는 무인이동체 기체의 원천기술 개발에 중점을 두고 있으며, 유럽은 통합관제를 중심, 일본과 러시아는 산업진흥 관점에서 응용분야에 집중하고 있음
  - 전통적인 기술선진국(미국 및 유럽권) 외에 터키, 인도 등도 기술개발 정책 추진 중
    - \* 인도는 DRONE ECOSYSTEM POLICY ROADMAP(2019)을 수립하여 무인이동체 상용화 기술개발 진행 중
    - \*\* 이들 국가의 개발계획은 공개가 제한적이며, 중점분야는 군수용 UAV에 집중하는 경향 보임

<표 2-2> 주요국 무인이동체 기술개발 정책 동향

구분	미국	유럽	터키	일본	러시아
	Unmanned Systems Integrated Roadmap	Strategic Research and Innovation Agenda : Digital European Sky	Gelecegin Hava Kuvvetleri : 2016 - 2050	항공산업 혁명을 향한 로드맵 2021 (空の産業革命に向けたロードマップ2021)	NIT - Aeronet (ропорт "Аэронет")
대상범위	유관산업 통합기술분야 (무인이동체)	유관산업 통합기술분야 (무인항공기, UAM, 군수-민수 통합)	무인항공기 및 인공지능	무인비행체 (드론) 및 항공분야	무인항공기 및 우주항공분야
작성대상	미래기술 중심	미래기술 및 통합관제 중심	미래기술 중심	미래기술 중심	미래기술 중심
작성주체	DoD	EU(SESAR)	STM	내각관방 소형무인기등 대책추진실	관련 민간산업자 및 리 산업통상부 장관
작성 목적	미래형 국방전략 대응	EU의 항공 과학기술 기반 산업경쟁력 강화하는 전략적 연구 방향 제시 및 항공관제 통합 목적	미래형 국방전략	항공기 등 항공 모빌리티 일체의 발전 및 강화	경제 현대화 및 향후 15-20년 내 무인항공기 분야 세계 리더쉽 확보
목표	· '42년까지 4대 핵심기술 분야 개발 * '17, '29, 42 년 3개 시점을 기준으로 단 기, 중기, 장기 구분	· 고도로 완전 자 동화된 ATM 시 스템 구축 및 유럽의 단일 권 역화 · 27년까지 cluster 4 영역 에 150억 연구 개발비 지원	· '35년까지 군용 무인항공기 도 입으로 군사적 항공 우위 취 득	· '23년 이후, 유 인지대의 무인 비행 시스템 정착 · 항공 모빌리티 강화 통해 산업 고도화	· '35년까지, 세계 시장에서 러시 아 기업 점유율 약 20% 고정
주요내용	· (상호성) 육상/ 해양/공중 무인 이동체에 공통 모듈화 및 호 환부품 기술 개발 · (HMI) 인간- 기계간 상호 협력에 중점을 둔 기술 추진	· 유럽의 항공교 통관리(ATM) 기능과 U-Space*의 현대화에 대한 정의와 글로벌 과제 및 유럽 산업 경쟁력을 분석 · 단순기술개발에 한정되는 것이 아닌 탄소중립 과, 이용자 편 의성 등 고려	· 무인항공기로 변화할 등 군 사 작전/전략 제시 · 무인항공기에 인공지능, 뇌와 직접 연결되는 시스템 탑재 추진	· 드론 상용화를 위한 정책 개선 및 기술 개발 계획 · 물류, 경비, 의 료, 축량, 재해 대응, 동림수산 업 분야에서의 사용 방안 제시	· 관련 법제 등 지상 인프라와 대기 운항 조 정 글로벌 시 스템 수립 · 무인 항공 시스 템 기술 개발
발행시기	'19년	'21년	'17년	'21년	'15년
작성 주기	반복 (2년 주기)	반복	반복 (5년 주기)	반복 (매년)	미상 (지속사업)
기간	장기(42년)	중기(~27년)	장기(~50년)	단기 (~23년)	장기(~35년)

## 미국 : Unmanned Systems Integrated Roadmap

### □ 개요

- 美국방부(DOD)에서 '07년부터 수립한 육·해·공 무인이동시스템 통합로드맵으로서, 기술의 표준화 및 기술과 정책의 통합을 목표로 격년 주기 갱신

### □ 목표

- '19년, 통합로드맵 기준, '42년까지 4대분야 14개 핵심기술 개발

4대분야	핵심기술
상호운용성	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 공통/개방형 시스템(오픈 아키텍쳐)</li><li>○ 모듈화 및 부품 호환성</li><li>○ 순응/시험, 평가, 검증(Verification) 및 검정(Validation)</li><li>○ Data Strategies</li><li>○ 데이터 권리(Data Rights)</li></ul>
자율성	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 자율지능 및 기계학습</li><li>○ 효율 및 유효성 증대</li><li>○ 신뢰성</li><li>○ 무기화</li></ul>
보안 네트워크	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 사이버 작전</li><li>○ 정보 보증(Information Assurance)</li><li>○ 전자기 스펙트럼 및 전자전</li></ul>
인간-기계 협력	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 인간-기계 인터페이스</li><li>○ 인간-기계 티밍</li></ul>

### □ 주요특징

- (상호운용성) 유인 및 무인시스템은 개방적이고 공통된 시스템을 사용함으로써 여러 기능의 시너지 효과를 발휘하게 만드는 데 초점을 두며, 강력한 상호운용성은 미래 전투에서 발전을 가능하게 하는 구조를 제공
- (자율성) 자율성과 로봇 공학의 발전은 전투개념의 혁명적인 혁신의 잠재성을 가지고 있으며, 유인 및 무인시스템의 효율성을 크게 높일 수 있으므로 군사작전에서 전략적 이점을 제공하는 것이 가능
- (네트워크 보안) 일반적으로 네트워크 연결과 효율적인 스펙트럼 액세스에 의존하며, 해킹 등의 간섭을 방지하려면 네트워크 취약

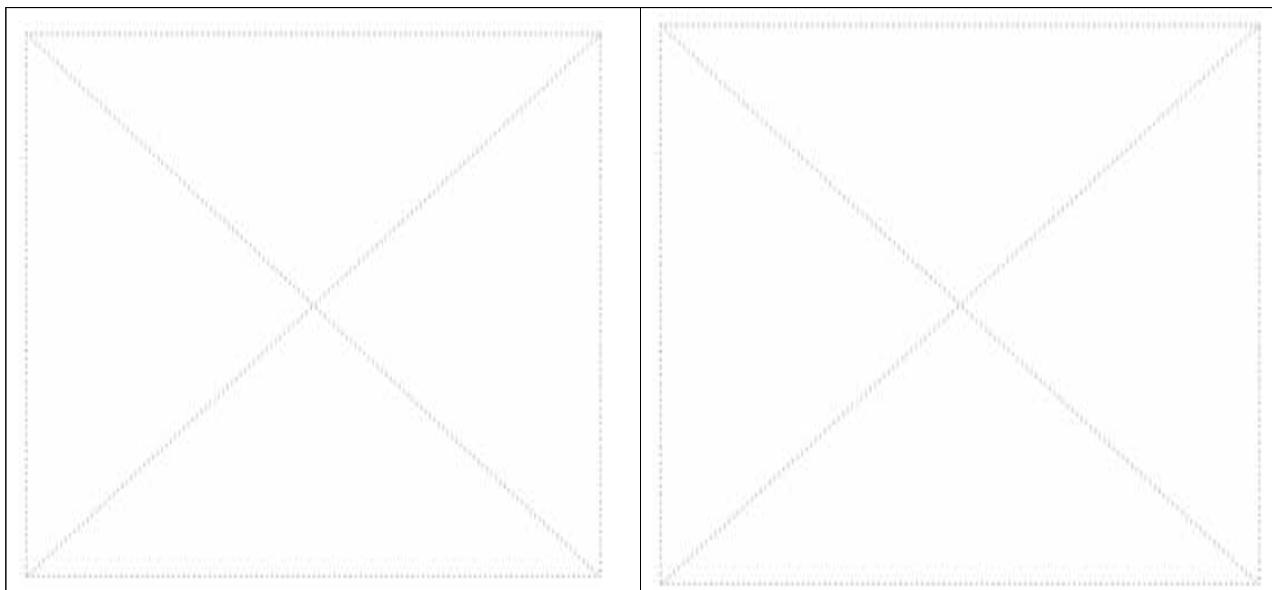
## 성 해결을 목표로 함

- (인간-기계간 유기성) 상호운용성의 토대를 마련하기 위해 인간-기계 협업이 궁극적인 목표이며, 기계가 중요한 팀원으로 평가받는 곳에서 인간-기계간 협력은 혁신적인 협력을 가능케 할 수 있음

## □ 지원규모

- '21년 무인시스템 예산은 총 96억불 정도이며, 해군 17억 6천만불, 육군 10억2천만불, 공군 6억3천200만불, 해병대 2억3천800만불로 군별로 예산이 할당
  - 로드맵 1.0 당시 미국의 예산은 200억불 이상으로 기술하였으며, 이는 유무인기 등 모든 분야의 합계 액수로, '16년 기준 무인이동체 예산은 48.8억불 상당의 예산이 할당되었음
- 운영환경별로 항공분야 33억2천만불(44.2%), 수중분야 13억8천만불(18.4%), 수상분야 11억9천만불(15.8%), 육상분야 13억6천만불(18.1%)의 비중치를 가짐
  - \* 이전과 달리 해양분야가 수중, 수상으로 이원화가 이루어짐

[그림 2-1] 2019년 미국 국방부 무인이동체 부처별 예산



\* 출처 : Unmanned Systems & Robotics in the FY2019 Defense Budget

## 유럽 : Strategic Research and Innovation Agenda(SRIA) : Digital European Sky

### □ 개요

- ‘전략적 연구 및 혁신 의제(SRIA)’는 SESAR 3 JU\*의 주도로, 유인 항공기, 드론, 에어택시, 비행 차량을 관리하기 위한 최첨단 기술 솔루션의 활용, 개발, 촉진방법을 정의·계획 함
  - \* 유럽 단일 디지털 항공권역을 구축 하기 위해 조직된 민관 협력 파트너십으로 `07년 설립된 기관
- 유럽의 항공교통관리(ATM) 기능과 U-Space\*의 현대화에 대한 정의와 글로벌 과제 및 유럽 산업경쟁력을 분석
  - \* U-Space는 유인 항공, ATM/ANS 서비스 제공자(SP) 및 당국에 관리인 터페이스를 제공하는 시스템을 의미
- Horizon Europe 프로그램에 의해 예산 및 사업내용이 정의되며, 개신주기는 개별 혁신 의제에 따라 다르게 개신

### □ 목표

- 2050년까지 달성목표를 4단계와 U-Space로 나누어 병행적으로 달성 추진
  - 1단계 : 치명적인 네트워크 성능결함 해결
  - 2단계 : 효율적인 서비스 및 인프라 제공
  - 3단계 : 가상화를 통한 유럽의 단일 권역화
  - 4단계 : 현재 수준대비 고도로 완전 자동화된 ATM시스템 구축
  - U-Space : 비교적 단기간 달성 예상, 기술성숙도에 따름

[그림 2-2] EU 단계별 달성 목표 및 완료시점 계획



<표 2-3> EU SRIA 개발기술 방향 및 영향력 분석

내용	
개발 방향	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 자동화 및 연계형 ATM</li><li>○ 수요 맞춤형 공역 수용량 관리</li><li>○ 가상화 및 사이버 데이터 교환의 보안</li><li>○ 항공기 그린 딜(탄소 중립)</li><li>○ 민수/군수 통합 및 조율성</li><li>○ 공중-지상 통합 및 자율화</li><li>○ U-Space 및 도심항공교통</li><li>○ 다중성 및 승객 경험기반</li><li>○ 항공기용 인공지능</li></ul>
경제적 영향력	<ul style="list-style-type: none"><li>○ SRIA 경제 유발효과 분석</li><li>○ SRIA 미달성시 잠재 손해 분석</li><li>○ 코로나 팬데믹의 SRIA 영향 분석</li></ul>

#### □ 주요특징

- (구성방식) SRIA는 Airspace Architecture Study(AAS), European ATM Master Plan edition 2020, ACARE SRIA 2017 등 다양한 계획과 사업들의 종합적 계획이지만, 실제 사업내용은 개별 계획에 따라 추진
- (경제성 분석) 항공산업은 ATM과 U-Space까지 확대됨에 따라 추가적인 이익을 가져다 줄 것으로 보이며, SRIA의 연구개발(R&I)과 성과 지표 설계 후 평가를 통한 종합계획 성과를 분석
- (탄소중립) 2050 온실가스 제로달성과 지속적인 항공교통 성장 위해, 항공기 연료 효율 개선의 운영 조치 마련, 항공 인프라의 현대화, 항로 개편, 소음 감소 및 공항 주변 대기 질 개선을 우선순위로 추진

#### □ 지원규모

- '20년 기준, SESAR JU는 1억 3,500만 유로를 연구개발비 지출로 사용
  - ('20년 총 지출액 감소 원인) 대면회의 및 행정적 지출 비용이 감소, 연구원 인건비, 교육훈련비, 예산은 동일 또는 증가하였음

[그림 2-3] SESAR JU 연도별 R&D 예산(2016-2020)



\* 출처 : SJU Single Programming Document 2018-2022

## 일본 : 항공산업을 위한 로드맵(空の産業革命に向けたロードマップ 2021)

### □ 개요

- 日내각관방 소형무인기등 대책추진실에서 '15년부터 작성한 무인 항공기에 대한 정부의 대응을 정리한 로드맵으로서, 정책 및 기술의 발전 방안을 구체화하기 위해 매년 갱신

### □ 목표

- '23년 이후, 시가지에서 무인 드론의 원활한 비행 실현, 궁극적으로 항공 모빌리티 시스템의 발전·강화

### □ 주요특징

- 항공 모빌리티 시스템 정착 위한 기반을 환경 정비, 기술 개발, 사회 실장의 세 가지 분야로 구분

<표 2-4> 일본 분야별 R&D 방향 및 계획

기반	내용
환경 정비	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 법 제도의 정비<ul style="list-style-type: none"><li>- 소유자 정보 파악</li><li>- 기체의 안정성 확보</li><li>- 조종사 등의 기능 확보</li><li>- 운항 관리에 관한 규칙</li></ul></li><li>○ 시스템 정비</li><li>○ 상공에서의 통신 확보</li><li>○ 후쿠시마 로봇 시험 필드</li></ul>
기술 개발	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 기체<ul style="list-style-type: none"><li>- 기체의 개발</li><li>- 시험 방법</li></ul></li><li>○ 운항 관리<ul style="list-style-type: none"><li>- 운항의 성인화</li><li>- UTMS</li><li>- 리모트 ID</li></ul></li></ul>
사회 실장	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 물류</li><li>○ 방재 · 재해 대응</li></ul>

- 인프라·플랜트의 유지 및 관리, 경비업, 의료, 재해 대응, 농림수 산업 분야에 무인 드론을 투입으로 산업 품질 향상

## 러시아 : NIT – Aeronet(роnпорт “Аэронет”)

### □ 개요

- 러 산업통상부에서 2015년부터 작성한 NTI(National Technology Initiative) 전략의 한 분야로, 민간과 협업하여 2035년까지 무인 항공시스템 구축에 필요한 법령 및 기술개발 목표로 작성

### □ 목표

- 2035년까지 3단계에 걸쳐 무인항공우주분야에 대한 시스템 구축
- 세계시장에서 러시아 기업 경쟁력 강화 및 점유율(20%) 확보 계획

### □ 주요특징

- 민관 공동추진 단장제 도입, 로드맵 수립·제품 서비스 개발 등은 무인 항공기 기술을 가진 민간이 주도, 정부는 활동을 지원하는 역할에 한정

#### ○ 단계별 주요 추진계획 내용

단계	주요 추진내용
1단계 (2016–2020년)	<ul style="list-style-type: none"><li>– 기존 분야의 지속적 발전, 해외 시장으로의 단계적 진출</li><li>– 일반성격의 법령 도입(상당한 규제와 기술적 한계 유지)</li></ul>
2단계 (2021–2030년)	<ul style="list-style-type: none"><li>– 무인항공시스템 적용 확대 (예: 보안감시 목적용, 농업용)</li><li>– 무인항공시스템의 새로운 적용방향 개발(통신, 광고),</li><li>– 무인항공시스템의 적극적 적용을 위한 규제 개발</li><li>– CIS 국가와 우호국시장 러시아 기업 적극적 진출</li></ul>
3단계 (2031–2035년)	<ul style="list-style-type: none"><li>– 시장 성숙단계</li><li>– 세계시장 러시아 기업 점유율 고정(주도적 세계 기업들과의 경쟁 강화)</li></ul>

- (법령 정립) 안전운항 보장에 관한 법률 수정작업 완성 등 법령을 개정하여 무인항공기 관련 법적 공백을 제거, 향후 해당 사업 실행 시 시장 진출 기업을 위한 세제 혜택 확정함.
- (시스템 정립) 전체 대기권에서의 무인항공시스템을 정착했으며, 관련 교육 프로그램 도입 예정
  - 소형 인공위성망을 활용한 통신, 내비게이션, 전산망 상호작용 시스템 개발

- (기술 개발) 무인항공시스템의 에너지효율을 향상. 무인항공시스템을 위한 특수 시험장 마련으로 무인항공기 서버케도 모델의 자동 지상 테스트 수행

## 터키 : Geleceğin Hava Kuvvetleri: 2016 – 2050

### □ 개요

- STM ThinkTech는 터키의 국가안보를 위해 첨단기술이 필요한 분야의 방위산업 및 군대의 기술 이전, 기술 및 물류 지원 등을 위해 대통령 직속기구인 SSİK 산하기업으로, 2012년부터 5년주기로 로드맵을 발표

### □ 목표

- 2035년까지 무인 전투기 도입 및 시스템 정비 완료하여 공군의 집중 항공작전임무 수행
- 군용 무인항공기 도입으로 군사적 항공 우위 취득, 그에 따른 군사력 제고

### □ 주요특징

- 터키의 무인이동체 로드맵은 민간영역보다 군사적 활용목적의 완성 플랫폼의 개발을 위하여 방점을 두고 있음
  - 공군이 활용가능한 UAV 시스템 개발이 목적이나, 우주 환경용 무인이동체는 개발범주에서 제외하였음
- 개발로드맵은 전술급 및 전략급으로 UAV 플랫폼을 이원화하여 각각의 급에 맞는 임무와 필요기술의 개발 완료 시점을 설정함
- 무인항공기 발전을 위해 개발이 필요한 17개 기술과 기반분야\* 7개를 규정하여 발전방향 제시
  - \* 기술 발전 외에도 UAV가 공군 내 제식화를 위해 도입이 필요한 규제 및 인프라 구축이 필요한 분야

내용	
개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자율 및 인공지능</li> <li>○ 통신 보안</li> <li>○ 첨단 항법 시스템</li> <li>○ 비상 착륙 시스템</li> <li>○ 충돌방지 시스템</li> <li>○ 첨단 페이로드</li> <li>○ UAV 저가시성</li> <li>○ 고고도 장기체공 기술</li> <li>○ 정비비용 감소 기술</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인간-기계 인터페이스 및 뇌 제어</li> <li>○ 대체 제어 및 데이터 링크</li> <li>○ 첨단 자동 이착륙 시스템</li> <li>○ 탐지 및 회피기술</li> <li>○ 자가 보호 능력</li> <li>○ 첨단 데이터 처리능력</li> <li>○ UAV 무기</li> <li>○ 첨단 전원 및 동력전달 체계</li> </ul>
인프라 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ UAV의 공군전력 제식화</li> <li>○ 항공 감항 기준 마련</li> <li>○ UAV 전용 관제 주파수</li> <li>○ 상호운용성</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공역 통합</li> <li>○ UAV 파일럿 기준 마련</li> <li>○ 위성 주파수 대역 설정</li> </ul>

## 나. 상용화 관련 법제도 동향

### (1) 공중부문

#### 공 역

- 무인항공기는 안전상 제한된 공역에서만 운용을 허용하고 있으나, 세계적으로 무인항공기를 유인 공역에서 안전하고 원활하게 통합 운용하기 위한 시도가 추진되고 있음
  - (미국) 미국의 공역등급체계는 약 20여개의 공역으로 구분하고 있었으나, 1993년부터 ICAO에서 규정하는 A~G까지 7개의 공역으로 나누어 관리
    - 특정 공역등급(A~G 중, B~E 등급)에 따라 항공교통관제의 허가가 필요하고, G등급은 허가가 불필요
    - 인구 밀집지역에서 운영은 가능하지만, 움직이는 차량이 있는 곳에서는 운영 불가능하며, 운영 고도 제한 있음
  - (ICAO) 영공표시를 통한 자국 영토에 대해 배타적 주권소유 명시 및 항공교통업무가 제공되는 공역을 정의, 비행금지구역, 제한구역과 위험 구역 등을 ATS Airspace 또는 Advisory Airspace로 분류하여 정의 및 구분
    - ATS Airspace : 등급별로 정의된 크기에 특정 유형의 항공편이 운항할 수 있고 항공 교통 서비스 및 운항 규칙이 지정된 공역으로, 관제구 및 관제권으로 구분
    - Advisory Airspace : 항공 교통 권고가 가능한 정의된 크기의 공역 또는 지정된 경로

※ 참고: ICAO 규정에 의한 공역 정의

구분	설명	무인항공기 비행 허가
Class A	5.5 Km 이상 18 Km 이하의 공역	불허
Class B, C, D	공항주위에서 고도별로 정의 공항의 크기, 시설 수준에 따라 구분	불허
Class E	5.5 Km 이하, 210m 이상의 고도 Class B, C, D가 아닌 공역	불허
Class G	210m 이하의 고도 Class B, C, D가 아닌 공역	120m 이내 고도 가능

- (중국) 무인항공기의 비행활동 관리를 강화하고 항공교통 관리를 규범화하기 위해 2016년 9월 21일 '민용 무인조종 항공기 시스템의 항공교통 관리방법'이 제정되어 무인기 공역 이용 방법에 관하여 규정 함
  - 무인기는 격리공역 내에서만 비행 (비행장 주변 지역은 격리공역 지정 금지)
  - 비행밀집구역 인구밀집구역 중점지역 등 비행금지
  - 격리공역 내에서 다른 비행체와 10km, 위아래 600m 이상 거리유지

안전인증 및 표준화

- 국제표준화기구, 유럽 항공안전청 등 국제기구를 중심으로 공중무인이동체 상용화에 앞서 안전인증기준을 구체화하고 있음
- (ISO) 국제표준화기구(ISO)는 무인항공기 분과 SC16에는 '19년 8차 회의에서 UAS의 감항능력 등의 테스트 및 평가 표준항목 개발 관련 작업반을 신설하여 총 5개의 작업반(WG, Working Group)이 운영되었음

<표 2-5> ISO/TC20/SC16 구성 및 작업 내용

작업반/분야	주요 작업 내용
WG1 / General Specification	용어정의, 분류
WG2 / Product System	제품 설계, 제작에 관한 품질보증 및 안전성 확인
WG3 / Operational Procedure	상업용 UAS 안전 운용에 관한 요구사항 운용자 교육체계에 관한 사항
WG4 / UAS Traffic Management	교통관리체계에 관한 사항
WG5 / UAS Testing and Evaluation	감항능력 관련 테그스트 및 평가 표준항목 개발

- '19년 6월 제8차 회의 ISO/TC20/SC16 : WG2에서는 관련 표준으로 ISO 21384-2 문서화 하였으며, UAS의 프레임, 엔진, 전기 시스템, 인터페이스, 비행관리, 항공 조종 등의 품질 및 안전성에 대한 표준을 다룸
- UAS Operational Procedure(WG3) 회의 : UAS의 안전 운용 절차에 대한 요구사항을 표준화(ISO 21384-3), UAS 운용자에 대한 교육을 다루는 표준 문서(ISO 23665) 작성
- UAS Traffic Management(WG4) 회의 : UTM 관련 일반사항, 안전 품질요구조건, 아키텍쳐 및 공역 관리 요구조건, 타 체계 간 자료 및 정보 처리, 서비스 제공자 요구조건 등의 ISO 23629 작성
- (EASA) 유럽 항공안전청(EASA, European Union Aviation Safety Agency)의 고위급 회담 결과, 유럽의 드론 관련 안전/운용에 대한 규정과 드론 표준화 체계 및 적합성 평가 기준 마련
  - (드론 관리) 현 유럽 EASA의 드론관리는 미국 FAA와 같이 toy를 제외한 모든 드론을 등록제로 운용을 원칙, 향후 4G, 4G+, 5G를 이용한 다양한 관리 및 서비스 도입을 고려
  - (관련규정 제정) 드론의 안전한 운용과 개인정보 보호 관련
    - \* '19. 7. 1 EU 위원회 위임규정 2019/945(기술 및 운용 요구) 발효
    - \*\* '19. 7. 1 EU 위원회 실행규정 2019/947 공표 → '20. 7.1부터 적용
  - ⇒ (식별 의무 조항) EASA Reg. 2019/947에서 직접 원격 식별(Direct Remote Identification) 정의 : 무인 항공기의 표시를 포함, 작동 중인

UAS에 대한 정보의 로컬 브로드 캐스트를 보장하며, 이 정보를 UAS에 물리적으로 액세스하지 않고도 취득할 수 있는 체계(ADS-B) 의미

- 드론 운용자 등록 의무화 : '20.7.1 부터 신청', 22.7.1 까지 전부완료
- CEN(EU 표준) 중 유럽 우주항공 및 국방산업 표준인 ASD-STAN의 D05/WG08에서 UAS 표준 제정(DIN EN4709-001)
- (ASTM) 미국의 표준화기관인 ASTM은 2009년 FAA의 요청을 받아 무인항공기용 표준을 만들기 위한 기술위원회(F38)를 구성하였으며, 4개의 분야별 소위원회 구성하여 운영
- F38.01(항공감항), F38.02(비행), F38.03(조종사 훈련, 자격증명), F38.90(경영일반)

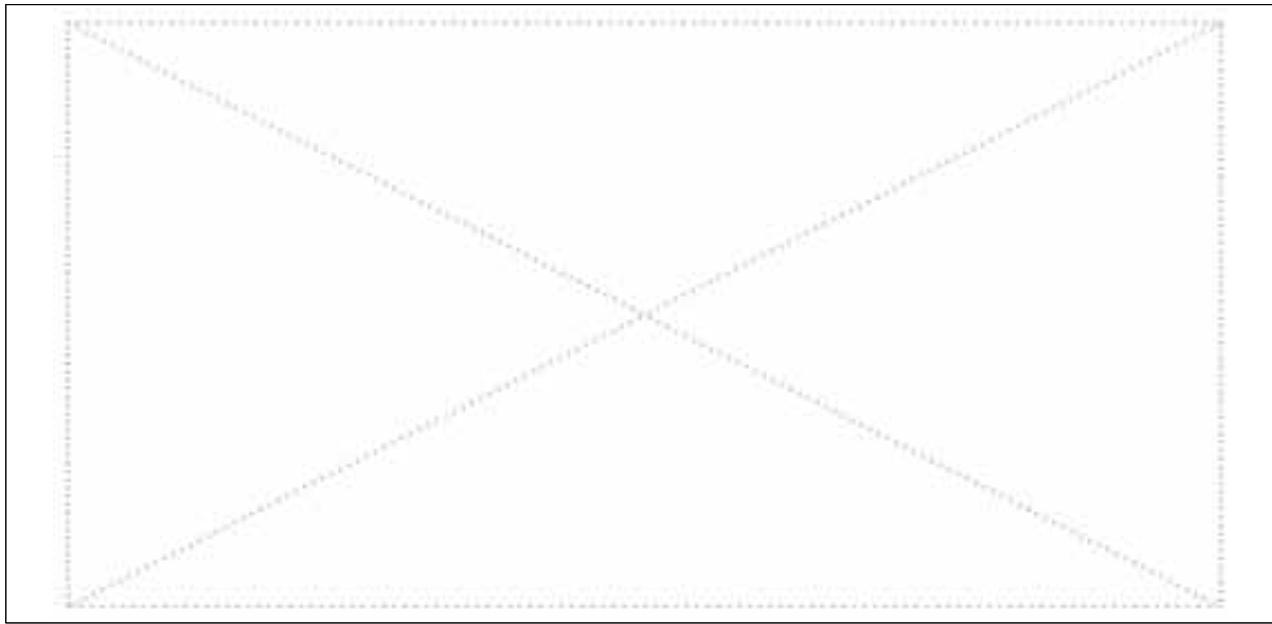
<표 2-6> ASTM F32 위원회 제정 표준 내용

분야	주요 내용
F2910 (F3002, F3005)	설계, 구조, 시험 표준
F2911	생산 승인 표준
F3003	품질 보증 표준
F2909	정비 및 지속 감항 표준
F2908	항공기 비행 매뉴얼 표준

- JARUS(Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems)는 유럽 민간항공전자장비 표준화 기구인 EUROCAE의 기존 WG73 (Unmanned Aircraft Systems)이 무인기의 운항안전을 위한 표준과 가이던스 문서를 개발하기 위해 2016년 9월 WG 105로 대체 설립
- 2007년 결성된 JARUS는 기존 유인기의 규정자료를 검토해 무인기와 연관된 위험분석 및 무인기 특성을 반영한 문서 초안을 생성
- JARUS는 각국의 인증당국이 자신의 실정에 부합하는 요구도를 만드는데 편리한 안내자료를 제공함으로써 무인기 규정과 관련한 각국의 노력이 중복되지 않게 함
- 현재 52개국의 감항 당국자들이 회원으로 참여하고 있으며, 7개

## 의 분과로 구성

[그림 2-4] JARUS 7개 분과



- (중국) 중국은 ‘소형무인기운행규정’의 적용 대상인 민용무인기 조종자를 민용무인기의 분류 등급에 따라, 규정한 면허증, 합격증, 등급, 훈련, 시험, 검사 및 항공경력 등을 관리하고 있음

## 운영 규제

- 주요국은 무인이동체 표준, 관리체계, 운항기준, 안전제한 등 상용화 관련 운영 규제를 구체화하고 있음
  - (미국) 미국은 세계 최대 드론 시장이나, 상업용 드론의 활용에 대한 규제는 안전 및 사생활 보호의 차원에서 다른 국가에 비해 엄격한 편
    - 연방법률규정(CFR ; Code of Federal Regulations)의 개정을 통해 무인이동체 운영자격 및 교육사항, 분류체계, 등록관리, 운행 기준, 안전제한 등을 규정하고 있음

<표 2-7> 미국 연방법률규정 무인항공기 규제 내용

구분	내용
법조항	•연방법률규정 (CFR ; Code of Federal Regulations) 제14편 제107관
개정시기	•2021년 11월 10일 개정
조종자격	•자격증 필요 (또는 자격자의 감독하에 운용)
기체분류	•25kg 이하 •25kg 이상
비행승인	•25kg 이하는 비행승인 불필요, 25kg 이상은 비행승인 필요 *취미용은 승인 불요 •저고도 승인 및 알림 기능(LAANC) 또는 DroneZone을 통해 승인을 요청
운행기준	비가시권 운항 •불가능(안전성 소명시 면제증명서 신청후 FAA 판단후 허용)
	감항인증 •무인항공기에 대한 별도 감항인증 규정을 두고있지 않음 •단, 기체상태를 조종자가 확인하도록 하는 규정을 두고 있음
	운행고도 •400피트
	횡적거리 •수평으로 2,000피트
	항로점유권 •다른 항공기에 통행권 양보
운행제한 •위험작동, 폭발물 운반, 이동체 상에서 운용, 야간운항 제한(야간운항은 면제 승인시 가능) •A~E급 공역은 사전 ATC 승인 필요	
사고보고규정 •사고발생 후 10일 이내에 부상, 의식불명, 최소 500불의 재산 피해를 FAA에 보고	

- 미연방항공청(FAA)은 소형 무인항공기의 민간활용 확대와 관련 산업 경쟁력 제고를 위해 상업용 드론 운행규정을 구체화하여 관리 중

<표 2-8> 미국 연방항공청 상업용 드론 주요 운행 규정

구분	내용
발효 시기	•2016년 8월 16일
적용 대상	•무게 55파운드(25kg) 미만 •취미용 외의 무인기
조종 자격	•만 16세 이상 소형 TAV 조종할 수 있는 원격 조종사 면호 보유하거나 원격 조종사 면허 보유자로부터 직접 감독
운행 제한	시야 확보 •조종사가 드론을 직접 볼 수 있도록 시야선(Visual line of sight) 확보 의무화 •최소 기상 가시거리 3마일(4.8km)
	고도/속도 •지표면 기준 400피트(122m) 이내, 시속 100마일(161km) 이하
	운행 시기 •주간(낮) (충돌 방지용 등(燈)이 달린 드론은 일출 전 30분, 일몰 후 30분까지 허용)
	기타 •복개 구조물이나 지붕 있는 차량 내부 및 사람 머리 위로 운행 금지 •허가 없이 공항으로부터 8km 이내 비행 금지

- 드론은 반드시 운영자 또는 관측자의 시야 내에서 운영해야만 하고, 안경을 제외한 관측장비의 도움을 받아선 안 되는 조항과 비행 고도와 속도는 500피트, 100마일로 이하로 제한
- (유럽) 영국, 독일, 프랑스 등 개별 국가단위의 규제를 시행 중이며, 유럽항공안전청은 유럽차원의 규제를 구체화하고 있음
- (유럽항공안전청) 2021년 1월 1일부터 시행된 EU 드론 비행 규칙은 2023년 전까지 계도 기간을 거쳐 2023년 1월 전면 시행될 예정이며, 위험도에 따라 드론을 크게 3개(Open/Specific/Certified)의 범주로 구분

<표 2-9> EU 드론 비행규칙

구분	내용
발효 시기	•2021년 1월 1일
저위험군 (Open Category)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•25kg 이하 드론</li> <li>•조종자의 직접적 시야 내에서 운용 허용</li> <li>•12인 이상의 군중 위에서 비행 금지</li> <li>•50m 이상의 비행은 조종자가 비행기본지식을 갖출 의무 규정</li> </ul>
중위험군 (Specific Category)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•유럽국가항공당국의 안전위험 평가 통과 의무 규정</li> <li>•드론운용과 관련한 모든 사항 및 위험 완화 조치사항 보고 규정</li> <li>•운용 관련 교육, 자격요건, 시스템 유지보수 매뉴얼 작성 의무</li> <li>•드론 운용자는 드론 운용 과정 작업자에 관하여 자격요건 및 절차 조항 확인 의무 부여</li> <li>•드론의 장비, 부품 및 기능은 유럽기술표준기준 준수</li> </ul>
고위험군 (Certified Category)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•일반항공기(유인항공기)의 기준을 적용</li> <li>•감항성 인증 및 운영면허 소지 의무</li> <li>•형식증명(TC) 또는 제한형식증명(RTC) (항공교통관제서비스, 공역가용성 등의 운용제한 신청 가능)</li> </ul>

- (EU 주요국) EU 통합규제 시도는 진행 중이나, 현재 개별국 중심으로 상용화 규제를 시행하고 있음

<표 2-10> 유럽 주요국 무인항공기 규제동향

구분	영국	독일	프랑스
법조항	무인항공기 시스템 운영 안내(CAP722)	독일 항공교통법 (Luftverkehrsgesetz)	민간용 드론사용 안전성 강화에 관한 법률
조종자격	>20kg 또는 비가시권 운항은 사안별 검토 20kg 이하(가시권)은 조종사 역량 평가(RPL, NQE 평가, AMC 통해 취득)	기체에 소유자 이름 및 주소 명시	운항 S1, S2, S3 : 무인항공기 이론시험 증명서, 실기시험 운항 S4 : 무인 항공기 이론시험, 최소 경력 증명 25kg 이상 무인기운용시 특별 허가 필요
기체분류	① < 20kg ② 20~150kg ③ > 150kg	① < 5kg ② 5~25kg ③ > 25kg	S1: < 25kg 가시권 S2: < 25kg 1인칭 S3: 4kg 가시권 S4: 2kg 1인칭
비행승인	① < 20kg 불요 ② 20~150kg 필요 ③ > 150kg 필요	① < 5kg 불요 ② 5~25kg 필요 ③ > 25kg 필요 *취미용은 승인불요	< 8kg 승인불요
운행기준	비가시권 운항 (DAA의 경우 격리된 공역 또는 OSC가 '항법위험'이 없음을 증명하는 경우 가능)	불가능 (분리 구역에서만 가능)	불가능 (S2, S4는 가능)
	감항인증 (>20kg, 비가시권 또는 혼잡 구역의 경우 필요)	-	25kg 이상의 무인항공기에 한하여 가능
	운행고도 400피트	100m	150m
	횡적거리 500m 또는 가시권 제한	가시권	S1 : 200m S2 : 1km(또는 운항에 따라 제한 없음) S3 : 100m
	항로점유권 -	모든 유인 항공기에 통행권 양보	모든 유인 항공기에 통행권 양보
운행제한	•1000명 이상 사람들이 밀집된 공간에서는 최소 150m 이상 거리를 두고 비행(단, 직선거리 상공에서 운항 금지) •건물 밀집지역에서 150m 이상 거리 두고 비행 •공항 근처 비행금지구역 내 운항 금지	•사람, 사고, 재난 구역, 안전 구역, 교도소, 군사 시설, 산업 구역, 발전소 위 제한 •비행 제한이 있는 금지 구역에서 제한 •공항에서부터 1.5km 이내 제한	S1: 무인구역에서 가시권 운항의 경우 최대 200m, 고도 150m S3 : 인구혼잡 지역에서 가시권 운항시 최대 거리 100m, 최대 중량 8kg, 최대 높이 150m S2: 무인지역에서 가시권/비가시권 운항의 경우, 최대 거리 1km, 최대 고도 50m 또는 무인 항공기<2kg인 경우 150m S4: 무인구역에서 비가시권 운항의 경우, 최대 중량 2kg, 최대 고도 150m
사고보고 규정	있음	없음	있음

- (중국 및 일본) 중국, 일본은 드론 활용의 확대와 함께 사고예방, 개인정보 등을 해결하기 위해 드론 등록관리를 입법화여 드론 관리 규제를 강화하고 있음
  - (중국) 중국은 민용 드론의 활성화를 위해 규제를 완화\*하고 있었으나, 2017년 민간무인기 실명제 등록관리 규정을 제정하며 규제를 강화하고 있으며, 세계 최초로 Cloud 기반 드론관리 규정
  - \* 중국 민용항공법에 따라 7kg 이하 드론은 조종사 면허 불요, 116kg 미만 드론이 유인항공기와 공유하는 통합공역에서 운항하는 경우에도 항공관제소에 정보제출한 경우 사전승인 불필요 등 활용규제를 완화해두었음
  - (일본) 일본은 이미 항공법을 통해 드론 규제를 구체화하였으며, 기존 규제에 2021년 드론 의무등록제를 도입하여 규제를 심화하고 있음

<표 2-11> 중국 및 일본 무인항공기 규제동향

구분	중국	일본	
법조항	민간무인항공기시스템 교통관리법 경소형 무인기 운항규정 민간무인기 실명제 등록·관리 규정	항공법	
조종자격	7kg 초과시 자격 요구	조종 면허 요구	
기체분류	① 1.5kg 이하 ② 1.5 ~ 7kg ③ 7 ~ 25kg ④ 25~150kg	① 200g 이하 ② 25kg 이하 ③ 25kg 이상	
비행승인	① 1.5kg 이하 승인불요 ② 1.5 ~ 7kg 승인필요 ③ 7 ~ 25kg 승인필요 ④ 25~150kg 승인필요	비행제한 공역, 비가시권 운항 등 예회적 허가와 승인 불요	
운행기준	비가시권 운항 (안전성 소명시 허용)	불가능 (예회적 허용)	
	감항인증	-	-
	운행고도	조종사 및 관측원 기준 120m	승인 없이 150m
	횡적거리	가시권 운항	가시권 운항
운행제한	•무인기는 격리 공역 내에서만 비행 •비행밀집구역, 인구밀집구역, 중점 지역, 번잡한 비행장 주변 지역은 격리 공역으로 할 수 없음 •다른 항공기 격리 공역에서 원칙적으로 10km, 위 아래 600m 이상 간격 필요	•낮시간 운항만 허용, •가시권 운항 준수 •지상/수면에서 사람과 운항거리 30m 유지 •인구 밀집 지역내 운항 금지 •폭발물 운반 금지 •물건 낙하 금지 •공항 주변 공역과 지상 150m 이상, 인구 밀집 지역의 경우 교통부장관 허가 필요	
사고보고 규정	-	•허가 혹은 승인을 받은 운영자는 사고와 사전을 보고	

## 활용확대 정책

- 주요국 정부는 드론산업 육성, 상용화를 위해 특별 운항 허가제, 규제개선, 실증사업, 공공수요 창출 등 산업 활성화 정책을 추진
  - (미국) 미국은 드론산업 활성화를 위해 국방부 차원에서 수요를 창출하고 있으며, 제도 및 규제완화를 추진 중
    - 미국 국방부 국방혁신단(DIU)는 '국방물자 생산법, 3호 프로그램'을 활용하여 미국의 8개 무인항공기 제작업체 8개사\*의 제품들을 선정하여 총 1,400만 달러의 구매 예산을 집행함
      - \* Systems and Technology Research LLC DBA STR, Shield AI Inc., Kutta Technologies Inc., Vantage Robotics LLC, and Tomahawk Robotics, Inc. 등
    - 미국 내 소형 드론 산업계에 미국방부의 접근성과 영향력을 늘리고, 근미래 산업 경쟁국 대비 우위를 지키기 위한 영향력 강화
    - 미국 정부는 19년 10월 물류업체인 UPS에 최초로 상업용 배송에 활용할 수 있도록 135항의 표준인증을 발행하였고, 코로나19 상황에서 예외적으로 처방약을 배송할 수 있도록 허가
      - \* 아마존('20.8.), 알파벳('20.4.), UPS('19.10.) 등이 가시거리 외 배송을 허가받아 시험운행이 활발히 진행되고 있음
  - (유럽) 유럽 국가들은 각기 상이한 개별 드론법을 제정하고 있으나, EU는 통일된 드론 규제안 제정을 통한 유럽 드론 시장을 통일하고, 시장확대 및 산업 지원조치 통한 드론산업 육성을 계획
    - 유럽항공안전국(European Aviation Safety Agency)이 발표한 '비전 2020'은 드론을 '위험 유형(risk category)'에 따라 3개의 영역으로 구별 및 차별화된 규제정책을 제시
      - \* 저위험 유형의 경우 상대적으로 운용규제를 완화하여 활용을 확대를 도모
    - Eurocontrol는 드론과 관련된 프로젝트 약 450여개, 약 1억 5천만 유로 가량의 예산을 해당 프로그램에 투자 중이며, 이 중 약 1억 유로는 유럽방위국(European Defence Agency, EDA)에 의해 운영

- \* 투자 형태는 공공-민간 파트너십, 사모펀드 투자 등 다양한 방식으로 이루어짐

### ※ [참고] 유럽방위국 : 유럽방위산업개발프로그램(EDIDP)

- 유럽방위국은 2020년 기준, 1억 5800만 유로를 26개 프로젝트에 할당하였으며, 지원 대상이 된 프로젝트에는 여러 혜택을 제공
  - 중소기업 대상 특별 인센티브로, 중소기업을 포함하는 컨소시엄의 프로젝트에 선정 가산점 제공, 프로젝트 지원금 할당 및 재정적 응자 제공
  - 중소기업 참여 컨소시엄 선정 시, 유럽회원국간 협력 프로세스 구축 및 상품 공급망 구축 지원
  - 3개 이상의 유럽 회원국 및 3개 이상의 적격 단체를 포함하는 프로젝트만 지원함으로써, 규모의 성장 및 프로젝트 성공률 도모

### ※ EDIDP 선정사례 : 중고도 장시간 원격조종 비행시스템(MALE RPAS)

개발기간	개발유형	총 투입예산	참여국	참여단체
18개월	설계	2억 9천만 유로	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 4개국</li> <li>· 독일, 스페인, 프랑스, 이탈리아</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 4개단체</li> <li>· 에어버스 방위우주부문(독일, 스페인), 다쏘, 레오나르도</li> </ul>

- MALE RPAS는 유럽역량개발우선순위(ECDP)의 ISTAR분야를 포함하기에 선정
- 모든 수준에서 공개입찰, 선정을 통한 도입 및 유럽 방위기술산업기지(EDTIB)로 육성 지원

- (중국) 중국 정부는 드론산업을 육성하기 위하여 선제적으로 2003년부터 상업용 드론 비행을 허가하고 2015년부터 드론 산업을 10대 중점 분야로 지정해 단계별로 육성
  - 드론을 활용해 농작물의 영상이미지를 분석하고, 임업분야에서 병해충과 산불을 감시하는 등 농업과 임업 분야에서 적극적으로 활용
  - 선전시(深圳)를 드론비행규제 예외지역으로 지정하여 드론의 저고도 비행을 완전히 허용하고, 폭넓은 자금 지원을 통해 선제적으로 드론산업의 메카로 육성 중
- (일본) 일본은 2016년부터 건설 현장에서 드론을 통한 3D 형태 구현 등을 ‘아이 컨스트럭션(I-Construction)’프로젝트를 통해 법적으로 허용하여 산업현장에서 드론의 활용을 확대하고 있음
  - 일본은 건설현장에 ICT 도입 및 활용하는 I-Construction 정책

을 추진하여 건설현장에서 드론의 적극적 활용을 통해 건설 생산성 향상을 도모하고 있음

## (2) 육상부문

### 안전인증 및 표준화

- 자율자동차를 중심으로 안전인증 및 표준화를 진행하고 있으며, 독일, 일본 등 자동차 선진국이 부품 및 ADAS/자율주행 주요 표준주도
  - (미국) 독립형(Stand Alone)보다 V2X 기반 협조형 및 서비스에 중점을 두며, 자율주행 양산부품 기술에서 한발 늦어, 통신 및 ICT 융합산업 중심으로 대응, 자율주행 서비스 사업화 및 단체표준 활발
    - 자율주행 레이더, LIDAR 등 양산부품 경쟁력에서 뒤쳐지나, 통신 및 인프라기술에서 WAVE 및 5G 등 통신기술과 실증 인프라, V2X 서비스를 중심으로 접근. V2X 통신모듈 신차 의무장착의 법제화를 추진한 바 있음
    - 구글은 세계최고의 자율주행 기술을 보유한 것으로 평가되고 있으며, 디지털맵 및 서비스를 중심으로 자율주행 플랫폼을 선점하는 전략으로 전망
  - 美 연방 교통부와 도로교통안정청은 '16년 9월, 자율주행차량 등록제 시행 및 사고 시 법적 책임에 대한 문제를 다루는 것을 주요 골자로 자율주행차 관련 가이드라인을 발표
    - 가이드라인의 목적은 자율주행 산업의 발전을 촉진하면서, 주행 안전성에 대한 불안감을 해소하는 것이며, 최종본이 아닌 만큼 자율주행 발전기술에 따라 계속해서 수정예정임을 명시하고, 주(州)마다 상이한 자율자동차 관련규제를 표준화하도록 권고
    - 자율주행차의 개념을 운전자인 사람의 활동적인 제어 혹은 모니터링 없이도 독단적으로 혹은 종합적으로 차를 운전할 수 있는

능력을 갖춘 차량으로 정의

<표 2-12> 미국 연방정부에서 발표한 가이드라인

구분	내용	
발표 및 시행일	·'16년 9월 20일 미국 교통부 발표(매년 수정 보완) ·향후 60일간 추가의견 수렴 후 연말 최종 확정	
각 주별 허용 심사항목	·오작동 등 자율주행 기능 고장시 대체 방안 ·탑승자의 사생활 및 교통사고 발생 시 보호 대책 ·디지털 해킹 방지 대책 및 데이터 기록 공유 방안	
시험운행 허가업체	·구글·바이두·테슬라·GM·BMW·포드 등 15개 업체(캘리포니아주) ·현대(네바다주)	
4가지 사안	15개 항목 안전평가	·안전테스트 방식, 데이터 기록 및 공유, 시스템 안전 등 15가지 항목에 관한 보고서 제출
	표준 주정부 정책	·현재 연방정부와 주정부의 규제에 대한 의무가 달라 국가적인 차원에서 주정부 정책을 권고
	NHTSA의 현재 규제수단	·NHTSA(미국도로교통안정국)의 기존 규제 중 자율주행 기술부문의 안전성 개선을 위해 채택된 규제
	현대적 규제 수단	·자율주행 기술 발전을 위해 향후 사법당국과 입법부가 검토해볼만한 새로운 규제 내용

- (ISO) ADAS에 이어 지능형 교통 시스템(ITS, Intelligent transport systems)에 관한 표준안을 'ISO/TC 204' 2017년부터 발표 및 개발을 진행하고 있으며, LV.4 자율주행체계에 관한 최초의 표준안을 2021년 발표
  - ISO 22737은 WMG에서 주도하여 발표, 저속자동주행(LSAD, Low Speed Automated Driving)시스템의 작동 설계 도메인(ODD) 정의 및 시스템의 최소 작동 기능과 비상기동, 동적 운전 과제, 위험 상황 식별, 장애물 감지와 회피 등 다양한 성능 요건과 테스트 절차를 포함함
  - (ISO 13111-1:2017) 여행자를 위한 ITS 서비스 제공을 지원하기 위한 개인 ITS 스테이션의 사용 : 일반 정보 및 사용 사례 정의
  - (ISO/TR 10992-2:2017) 차량 내 ITS 서비스 및 멀티미디어 제공을 지원하기 위한 휴대용 장치 사용 : 모바일 서비스 융합을 위한 정의 및 사용 사례 정의
- ISO TC22: 자동차(Road Vehicles)는 자율주행차 부품과 시험 관련 표준을 중심으로 진행 되었음

- 유즈케이스 및 시험 절차(SC33/WG9), 시험 장비(SC33/ WG16), 시뮬레이션(SC33/WG11), 자율주행차 운전자 인터페이스 표준(SC39/WG9)이 제정 되었으며, 자율주행용 센서 등 부품 관련 표준
- (유럽) 유럽, 특히 독일의 자율차 부품기술 우위를 기반으로 자동차 부품 및 ADAS/자율주행 주요 표준을 주도하여 기술선점과 시장질서를 주도하기 위해 노력을 경주 중
- 유럽은 대부분의 TC22(자동차) 분과에서 주도권을 가져왔으며, TC204에서도 ACC, PADS 등 주요 ADAS/자율주행 표준을 주도, 독일 완성차 관점을 벗어나는 표준 내용은 적극적으로 반대 및 제외시킴
- 독일 완성차 연합인 VDA를 중심으로 적극적 표준화 활동을 하고 있으며, SW 표준/인증 체계인 Automotive SPICE 등도 운영, 자국의 규격과 상이한 경우 유럽시장 진입에 애로가 있도록 유도
- (일본) 유럽이 표준을 주도하여 후발주자이나, 일본은 디지털맵과 ADAS/자율주행 등 ICT-ITS 연계 신기술 분야의 주도 추진
- 총리실 직속 SIP에 자율주행 표준화 전담조직을 구성, TC22와 TC204에서 일본의 전략적 역할을 체계화
- TC204 WG3(디지털 맵) 및 WG14(ADAS/자율주행) 의장을 수임하고, JSAE(일본 자동차 공학회)가 표준화를 주도하고, JAMA(완성차단체)가 재정을 지원하는 체계 운영

### 운영 규제

- 주요국은 자율주행 가이드라인을 배포하고, 운영제한을 완화하는 등 상용화 확대를 목표로 운영 규제 개선 중
- (미국) '16년부터 자율주행자동차의 요건을 가이드라인의 형태로 매년 발표하고 있으며, '17년 9월 연방 자율주행법 SDA(Self Drive Act) 시행

## 함

- \* 美교통부는 자율주행 관련 종합 정책 계획(Comprehensive Plan)을 수립·제시 ('21.1)
- (연방과 州의 관할 구분) 연방법이 상위 규범임을 명시하고 있으나 州의 규범이거나 치게 비합리적인 제약이 없는 한 이를 인정
- \* NHSTA는 자율주행자동차 안전성 관련 규칙제정과 안전성우선순위계획 수립권 한을 보유하고 있으며 차량의 주행관련 사항은 각 州가 규제도록 권한 인정
- (기술수준별 규제) 미국 자동차공학협회(SAE:Society of Automotive Engineers International)의 기준을 연방법에 반영
- \* (분류의 기준) : “누가(Who)”, “언제(When)”, “무엇을(What)”, “행동하였는가(Does)”를 기준으로 분류, 이 구분은 책임소재와 연관

**<표 2-13> 미국 SAE 자율주행 기술 수준 분류**

구분	정의	기술내용
Level 0	비자동 (No Automation)	•운전자가 모든 운행을 책임짐
Level 1	운전자 보조 (Driver Assistance)	•자동화 시스템이 운전자의 작동을 일부 보조함
Level 2	부분자동 (Partial Automation)	•자동화시스템이 운전작동의 일부를 실질적으로 수행하고, 운전자는 주행환경을 모니터링 하면서 그 외 운전작동을 수행함
Level 3	조건자동 (Conditional Automation)	•자동화시스템이 운전작동의 일부를 실질적으로 수행하고 경우에따라 주행환경을 모니터링 함, 운전자 제어 반드시 필요
Level 4	고도자동 (High Automation)	•자동화시스템이 특정 조건하에서 운전작동을 수행하고 주행환경을 모니터링 함. 운전자가 제어할 필요는 없으나 차량을 제어할 수 있는 선택권 보유
Level 5	완전자동 (Full Automation)	•운전자가 주행할 수 있는 모든 조건하에서 자동화 시스템이 모든 주행작동을 수행함

\* 출처 : 한국교통연구원, 자율주행기술동향-기술수준 구분('16.04.) 참고

- (안전기준을 미적용한 운행차량의 확대) 고성능 자동화 차량임을 입증 시 기존 자동차 안전기준을 미적용(US Code Title 49 30130), 각 회사는 법 제정 첫 해 2만 5천대, 다음해 5만대 3~4년 내에 10만 대 운행 가능
- (AI 운전자성 인정과 인간운전자의 책임 면제) 美 연방 및 州는 자율주행모드일 경우 운전자 책임을 면제하는 법안을 시행

- \* 네바다 州는 2016년 “운전자가 소유자가 아닌 경우 자율주행기능을 작동한 자연인은 운전자에 포함되지 않는다”라고 규정하여 완전자율주행자동차의 도로에서의 주행 인정하고 운전자 책임의 면제를 규정
- \*\* 이와 관련하여 캘리포니아 州는 자율주행자동차의 운전자는 차량 운전석에 있거나 사람이 없는 경우 자율주행기술을 작동시키는 자로 정의
- \*\*\* 美연방교통부(DOT) 산하 도로교통안전국(NHTSA:National Highway Traffic Safety Administration)은 구글 자율주행자동차의 인공지능(AI) 자율주행컴퓨팅 시스템을 운전자로 인정

### ※ [참고] 자율주행자동차의 딜레마

- 2015년 MIT Technology review는 “자율주행자동차가 누군가를 죽이도록 설계되어야 하는 이유”(“Why Self Driving Car Must be Programmed to Kill”)을 제재, 논문은 트롤리의 딜레마 상황을 재연하여 “자율주행자동차가 피할 수 없는 사고를 접했을 때 어떤 판단을 내려야 하는가?”라는 윤리적인 질문을 제기하며, 이러한 문제에 대한 정답을 제시하기는 어려우나 이 문제에 대한 사회적 합의가 있어야만 자율주행자동차가 대중적으로 확산되는데 큰 영향을 미칠 것으로 예측

\* 출처 : MIT Technology review, 2015

- 자율운행차의 책임을 주행레벨별 책임소재를 구분하고 있으며, 제조물 책임을 강화
  - 미 연방 교통부의 자율주행자동차 운행정책은 다음과 같은 자율주행자동차 책임 기준을 명시
    - ⇒ 소유자, 운영자, 승객, 제조업체간의 책임할당 방법 고려 : 공동 책임
    - ⇒ 보험 목적을 위해 자동차 보험을 소유해야하는 사람을 고려 : 운행자 책임
    - ⇒ ‘각 州는 불법행위책임 등 기타 법령을 고려할 수 있다’ 州의 권한 인정
  - (캘리포니아 州) 3단계 레벨의 경우(무인 자율주행자동차는 제외) 면허를 가진 운전자가 안전운행모니터링과 기술적 결함 등의 비상상황에 모두 대비해야함, 자율주행자동차 조작시 발생하는 모든 교통위반은 운전자 책임
  - (테네시 州) 높은 단계의 자율주행자동차의 자율주행시스템이 완전하게 시작되고 상당히 운행될 때 시스템이 운전자로 간주

- (노스캐롤라이나 州) 완전자율자동차 운행이 가능하며 운전면허 불필요, 단 자율주행자동차에 12세 이하의 사람이 있다면 그 차에 성인이 있어야 함
- (미시건/네바다 州) 제조자의 동의를 받지 않고 다른 자가 자율주행자동차 및 시스템을 변경하여 생긴 책임에 대하여 자율주행자동차의 제조자는 면책됨을 명시, 이를 반대 해석하면 자율주행자동차 제조사가 제조물책임이 있음
- (일본) 일본은 자율주행 로드맵 수립을 통해 국제적 리더쉽, 안정성, 사회수용성을 전제로 혁신 독려차 제도 정비 추진, 미국 SAE 자율주행자동차 레벨 적용하며, 레벨별 책임소재를 구분하고 있으며, 향후 법제정비 계획 수립
- (3단계 레벨의 임시주행) 운전자의 탑승을 전제로 안전기준 및 안전조치 준수, 도로교통법규 준수를 전제로 운행 허가
- (원격조정 자율주행자동차의 시험운행) 자율주행자동차의 단계적 실현을 위한 환경조성을 목적으로 2017년 6월 1일 원격조작에 의한 자동운전차량의 공도실험을 실시하는 때의 기준을 발표
  - \* 실험관리자에게 원격시험시 부과되는 법적인 책임을 부과하고 안전 확보조치를 이행토록 하게함
  - \*\* 차량구조가 국내법 규정에 적합하여야 하고 1명의 원격조작자가 2대 이상의 실험차량을 주행시키는 것이 가능
  - \*\*\* 실험절차는 관할 경찰서에 신청 후 경찰관이 동승해 시스템 작동상황 등을 우선 확인하고 문제가 없으면 경찰서장 명의로 도로교통법에 따라 허가
- (자율주행레벨별 책임 관계 분류) 구체적인 입법을 제시하지 않고 있으나 정부로드맵 제시를 통해 가이드라인 제시
- (책임관계 제도정비의 개요) 자동차손해배상보장법, 민사책임, 형사책임에 대한 논점 정리 마지막으로 책임규명체제의 정비 필요성 등을 정리
- (3단계 레벨 자율주행자동차 운행 책임) 경찰청 가이드라인을 통해 제시 운전자는 도로교통법에 의한 책임 부담의무 명시

- (원격형 자율주행자동차 운행 책임) 원격감시·조작자가 되는 자가 법상의 운전자로서 의무화 책임을 부담

<표 2-14> 일본 자율주행 기술 수준 분류 및 책임 주체

구분	안전운전에 관련한 감시·대응주체	기술수준 분류
Level 0	운전자	운전자동화 없음
Level 1	운전자	(운전지원) 시스템이 전후좌우 어느 하나의 차량제어에 관련한 운전조작의 일부를 실시
Level 2	운전자	(부분운전자동화) 시스템이 전후·좌우 양방의 차량제어에 관련한 운전조작의 일부를 실시
Level 3	시스템/운전자	(조건부운전자동화) 시스템이 모든 운전작업을 실시 (한정된조건하) 시스템으로부터의 요청에 대한 응답이 필요
Level 4	시스템	(고도운전자동화) 시스템이 모든 운전작업을 실시 (한정조건하) 시스템으로부터의 요청에 대한 응답이 불필요
Level 5	시스템	(고도운전자동화) 시스템이 모든 운전작업을 실시 (한정조건없음) 시스템으로부터의 요청에 대한 응답이 필요

- (유럽) ‘17년 5월 독일은 도로교통법 개정을 통하여 자율주행을 합법화 이후 인간 운전자 탑승을 전제로 한 입법을 최초로 한 국가가 되었으며, 스위스는 동년 9월, 영국은 21년 말부터 도로주행이 허가 되는 등 확대되는 추세
- 시스템을 적절히 관리하고 주의의무를 다한 경우에는 **인간운전자는 면책됨을 입법적으로 명시함**
  - \* 사례 : 2017년 10월 25일 독일 철도청은 바이에른 남부도시 바트 미른바흐에서 자율주행 미니버스를 근거리 대중교통으로 투입(안전관리자 탑승)
- 최근 레벨4 운행을 위한 도로교통법 및 의무보험법 개정(안)을 발표(‘21.2)
- (스위스) 취리히, 지텐시 베른시에서 자율주행자동차의 시험운행을 허가, 특히 지텐시에서의 시험주행은 가속제동페달 및 운전대를 장착하지 않은 ‘자율주행미니버스’대상 시행
- (영국) AV에 적용하기 위한 새로운 법체계 구축 연구사업 추진 중 (‘18~‘21)이고, 자율주행 실증 추진을 위한 규칙 개정

- \* 안전 확보의 법적 책임, 모빌리티 서비스 도입과 교통약자 지원방안 등 포함
- 실증 추진 규칙에는 원격 조종 차량 운영, 데이터 기록, 사이버 보안과 무선 업데이트, 차량-운전자 제어권 전환 규정 포함
- (일본) 도로운송차량법과 도로 운행에 관한 도로교통법에 자율주행차량과 그 운행에 관한 규정 반영
  - (도로운송차량법) 자율주행차의 안전기준 준수, 정비 및 검사에 필요한 자율주행차 정보제공, 무선 업데이트에 관한 사항 포함
  - (도로교통법) 자율주행 시스템 운행을 운전의 정의에 포함하고, 운행 상태 기록, 자율주행 자동차를 이용하는 운전자 의무를 포함하며, 자율주행 운행 중 휴대전화 이용금지 조항 예외 적용

#### 활용확대 정책

- 육상무인이동체 상용화를 위해 실증인프라, 교통인프라 등 기반구축을 추진하고, 도심 내 운용, 군집운용 등을 위한 실증시험 지원 확대
- (미국) 자율주행차 관련 산업의 발전을 위해서는 교통운영, 최적 경로 선택, 서비스 실행을 위한 교통 관련 인프라 설치 및 사고와 주행 관련 문제들과 관련한 법제정 등 병행 진행 추진
  - 관련 정책 및 지원은 연방정부와 주정부의 지원 하에 교통부, 국방부, 과학재단, 에너지부 등의 협업을 통해 추진
  - 미국내 정책적 지원을 통해 추진되는 사업은 커넥티드카 프로젝트, M-City, NCHRP(National Cooperative Highway Research Program)로 구분
  - 미국정부의 자율주행차 관련 지원정책은 산업발전의 초기부터 추진되었으며 업계와의 직접적 협업을 통해 수행되고 있다
- (일본) 자율주행차의 2025년 상용화를 목표로 자율주행 실증실

## 힘을 지원 및 수행 중

- 일본의 국토교통성은 자율주행차가 도입되기 전 도로 인프라의 정비 및 2025년 자율주행자동차 상용화를 목표로 자율주행 실증 실험 수행
  - \* 실증실험은 3개 분야로 구성 : ①한정된 지역에서 자율주행, ②고속도로에서의 트럭 군집주행, ③고속도로에서의 자율주행
- 일본은 2,200km 도로에서 자율주행을 시험해봄으로써 1,046건의 수동조작 상황 발생을 경험하였고, 자신의 위치를 특정하는 기술의 중요성 등을 확인
- 군집차량이 증가할 경우 일반차량과의 구조적으로 분리되는 주행도로, 일반차량과의 혼재 시 사용해야하는 기술의 필요성 확인
- (중국) 중국은 2022년 항저우 아시안게임과 시기를 같이하여 개통을 목표로 174km의 자율주행 전용 고속도를 건설 중
- 707억 위안(약 12조 2천억 원)을 투입하여 건설중이며, 편도 3개 차로 중 1개 차로는 군집트럭 전용 차로 지정
- 고속도로 전 구간의 5G 네트워크 구축 및 지도 위치추적 서비스 제공
- 태양 에너지를 활용한 전기차 충전소와 클라우드 컨트롤 플랫폼 등을 통해 안정성을 제고

### (3) 해양부문

#### 안전인증 및 표준화

- IMO, IHO, IALA 등 자율운항 선박의 자율단계를 설정하고, 자율운항을 위한 통신, 관제 등에 대한 표준 개발 중
  - (IMO) IMO 해사안전위원회는 자율운항선박의 자율 단계를 구분하는 대신 폭넓은 범위로 정의하는 것과 IMO의 협약(해상안전과 관련협약 - SOLAS, STCW, COLREG, LL, TONNAGE, STP, CSC 등)의 협약 개정, 새로운 협약 제정 등 수행 중
    - IMO MSC 회의는 해상 자율선박의 안전, 보안 및 환경적 운용이 도입될 수 있는지 결정하기 위한 사전조사 작업의 형태
    - 인적 요소, 안전, 보안, 항구와의 상호작용, 도선, 사고대응 및 해양 환경 보호와 같은 광범위한 문제를 다루고 있음
    - 2028년까지 자율운항선박 관련 제도 및 규제 체계를 마련할 예정
  - (IHO) 국제수로기구(IHO)는 자율운항을 위한 차세대 해양공간정보표준(S-100, IHO 범용 수로정보 표준) 개발 중
    - IHO의 S-100 표준은 수집되는 주변 정보와 해도정보를 표시해주는 전자해도표시장치(ECDIS: Electronic Chart Display and Information System) 개발을 위한 제작기준으로 이해할 수 있음
    - S-100을 기반으로 현재 5개의 표준이 개발되었으며, 7개의 표준안 개발 중

<표 2-15> IHO S-100 기반 표준안

개발 완료	개발 중
S-101 Electronic Navigational Chart(전자해도)	S-121 Maritime Limits and Boundaries(해양경계)
S-102 Bathymetric Surface(해저지형)	S-127 Marine Traffic Management(교통관제)
S-111 Surface Currents Product Specification(조류)	S-128 Catalogs of Nautical Products(수로서지 카타로그)
S-122 Marine Protected Areas(해양보호)	S-129 Under Keel Clearance Management Product Specification(통항안전수심)

S-123 Marine Radio Services(해상통신)	S-411 Ice Information(얼음)
-	S-412 Weather Overlay(기상정보)
-	S-401 Inland ENC(육상수로해도)

- (IALA) 국제항로표지협회(IALA, International Association of Lighthouse Authorities) 자율운항선박을 위한 통신인프라 표준 개발 중
  - VHF(very high frequency) Data Exchange System (VDES) 표준 개발
  - 자율운항선박을 위한 VDES 표준 초안(ITU-R 권고 M.2092 draft의 VDES-Terrestrial 기반)을 개발 중이며, 이를 통해 전 세계적으로 끊김 없는 통신이 가능한 통신 인프라 표준을 구성하는 것이 목표
  - 자율운항을 지원하기 위한 Automated Ship Reporting을 포함하여 IMO MSP에 대한 표준 개발을 협력 진행 중

### 운영 규제

- 영국, 노르웨이 등 선박운용 선진국을 중심으로 자율운항 관련 규제를 구체화하여 자율선박 운영을 체계화하고 있음
- (IMO) IMO 해사안전위원회는 자율운항선박 협약을 2025년까지 제정할 계획이며, IMO의 협약(해상안전과 관련협약 - SOLAS, STCW, COLREG, LL, TONNAGE, STP, CSC 등)의 협약 개정, 새로운 협약 제정 등 수행 중
  - IMO MSC 회의는 해상 자율선박의 안전, 보안 및 환경적 운용이 도입될 수 있는지 결정하기 위한 사전조사 작업의 형태
  - 인적 요소, 안전, 보안, 항구와의 상호작용, 도선, 사고대응 및 해양 환경 보호와 같은 광범위한 문제를 다루고 있음
  - 2028년까지 자율운항선박 관련 제도 및 규제 체계를 마련할 예정

- (영국) 영국은 자율운항선박 관련 주요 내용을 반영하여 해운법 개정을 추진중이며, 21년 9월 28일 해운법(Merchant Shipping Act) 개정을 위한 사회적 참여·의견조회(open consultation)를 실시
  - (법률 개정방향) ①정의·역할 등의 식별 및 결정, ②해사·연안경비청이 모든 자율운항선박을 규제, ③해사·연안경비청에 향후 관련 규정 제정 권한을 부여, ④교통부, 해사·연안경비청, 항만청 등이 관련 건강·안전·보안·환경 측면의 규제 가능 등
  - 영국 해운법은 자율운항선박 관련 주요 개념을 법률 조문에 도입할 예정이며, 주요 개념을 제외한 일반적인 사안은 향후 시행령 등에 구체적으로 반영될 계획
- (노르웨이) 노르웨이는 2020년 8월에 IMO의 시범운항임시지침을 바탕으로 기존 내항선박과 동일한 안전 기준 원칙에 따른 구체적인 절차 및 요건 등을 담은 가이드라인을 마련하였으며, 시범운항 지역 운영
  - 관련 증서, 문서, 안전관리체계, 시험 요건 등을 해사청(Maritime Authority)에서 관리하며 5년간 유효함
  - 실제 시범운항은 3개 지역에서 항만출입법(Port and Fairways Act)에 따라 항만청(Coastal Administration)에서 관리
  - 기존 선박보다 엄격히 평가가 이루어지지만, 도선 등은 면제됨
  - 인명사고 및 환경·재산 피해 예방을 위한 조치가 이루어져야 함을 규정

#### 활용확대 정책

- 유럽을 중심으로 해양무인이동체 활용확대를 위한 MUNIN, AAWA 등 다국적 프로젝트를 추진하여 기술개발과 산업육성 중
- (EU) 2012년부터 380만 유로 규모의 프로젝트 MUMIN\*을 추진하였으며, Fraunhofer CML(독일), MARINTEK(노르웨이), Chalmers University(스웨덴) 등 함께 무인 화물선 운영을 위한 기

술을 개발하고 기술적, 경제적, 법적 타당성을 평가

\* (MUNIN) Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks

- 프로젝트의 핵심기술로는 첨단 센서 모듈, 자율 원양 항해시스템, 원격조종 지원 시스템, 주기관 모니터링 및 제어 시스템, 에너지효율 시스템, 유지보수 상호작용 시스템, 해안 제어 센터 등 의 개발에 380만 유로 중 290만 유로를 지원하고 있음
- (영국) 2025년에는 내항·근해선 무인화, 2030년에는 원양선박의 완전한 무인화를 목표로 기술개발을 지원하고 있음
- 영국 선박 및 항공에 사용되는 엔진 제조업체 롤스로이스(Rolls-Royce)는 2017년 10월 구글(Google)과 선박 자동운항을 위한 기술협력 양해각서를 체결
  - \* 사례 : 구글의 클라우드 머신러닝 엔진(Cloud Machine Learning Engine)을 이용하여 선박이 운항 중 인공지능(AI) 기반의 물체를 탐지 및 식별 시스템을 개발할 계획
- (핀란드) 2035년 완전 무인 자동화선박 개발을 목표로 핀란드 기술혁신청은 다국적 프로젝트 AAWA(The Advanced Autonomous Waterborne Applications)에 대해 660만 유로의 자금을 지원
- 롤스로이스, 인마샛, 노르웨이·독일선급(DNV·GL), 핀란드 테크니컬 리서치 센터(VTT), 핀란드 탐페레(Tampere) 기술대학 등 10여개 기관 참여
- 해당 프로젝트는 차세대 자율운항선박의 설계 및 사양 도출을 목표로 하며, 2016년에는 기술, 경제, 안전, 법적인 측면을 검토하여 타당성에 대한 백서를 발표
- (일본) NYK·MOL 등의 해운사, 미쓰비시 등 10개 이상의 조선소들이 2025년까지 인공지능 자율운항 화물선 공동 개발을 진행 중이며, 일본 정부는 자율운항선박의 활성화를 위한 데이터 전송 관련 기술 연구를 지원하고 있으며 기술표준 선도를 지원

- 자율운항선박 250척을 건조하여 초기에는 소수의 선원을 탑승시켜 관리·감독을 맡고, 최종적으 완전 무인선 서비스화가 목표
- NYK는 레이더 생산업체 후루노(FURUNO)를 비롯하여 재팬라디오등과 같은 통신설비 생산업체와 기술적 제휴를 통해 자율운항선박에 대한 기술 연구를 가속화

다. 인프라 관련 법제도 동향

(1) 공중

주파수

- (미국) FCC의 Title 47 CFR 규정 중 Part 15(Radio Frequency Devices)에서 세부사항을 다루고 있으며, 902~928MHz 대역이 ISM 대역으로 분배, 위 대역에서 미연방 기술기준 조건만 맞으면 통신모듈로 사용이 가능함
- (유럽 공중) CEPT 소속의 ECC에서 결정사항과 권고사항을 개발하며, 드론 주파수 기술기준은 ECC/DEC/(04)08과 ECC/ERC Recommendation 70-03에서 세부사항을 다루고 있음

항법

- 미국, 러시아, 중국, EU 등은 자체 위성항법 시스템을 개발하여 디지털 정밀지도를 작성하는 등 민간용으로 활발하게 활용 중이며, 이를 위해 다수의 위성을 운용하고 있다.

<표 2-16> 국가별 측위 시스템 활용 예시

시스템명	국가	세부내용
GPS (Global Positioning System)	미국	·('73) 군사 목적으로 개발하여 1983년부터 민간용으로 활용하고 있으며, 약 30기의 위성을 운용 중임
GLONASS (Global Navigation Satellite System)	러시아	·('82) 러시아에서 독자적으로 개발한 위성항법 시스템으로 약 11기의 위성을 운용하고 있음
GALILEO	다국가	·('02) EU와 ESA(유럽 위성기구)가 공동 개발한 세계 최초 민간용 범 지구위성 항법 시스템으로 한국, 이스라엘, 우크라이나, 인도, 사우디아라비아 등 많은 국가들이 참여하고 있음, 총 30기의 위성이 운용 중임
BEIDOU	중국	·('00) 자체 위성항법 시스템인 BEIDOU 개발을 추진하여 22기의 위성을 운용

## □ 관제

- (미국) 미국 항공우주국은 향후 지능형 무인항공기가 지상에서 가까운 공역에서 비행하는 사회에 대비, '무인항공시스템 교통관제(UTM)' 시스템 개발
- 미국 항공우주국은 '13년부터 '무인항공시스템 교통관제' 시스템 개발을 통해 저공 공역(2,000ft 이하)을 효과적으로 활용하기 위한 UTM을 4단계를 거쳐 개발 완료
- (1단계) 개인 취미용 드론 운용은 현재 웹페이지에 등록한 후에 비행 가능
- (2단계) 드론을 상업적으로 운용하고자 할 경우 온라인에서 비행 계획을 승인받아야 함, 비행은 시계 내로 제한하며, 현재 FAA에 의해 구축 중임
- (3단계) 상업적 드론을 시계 외로 확장해 운용할 경우, 지상에 구축된 탐지회피 장비와 Geo-fencing기반으로 저고도에서 무인 항공기 교통관제 서비스
- (4단계) 비행체에 탑재된 탐지회피 장비와 자동화된 관제시스템을 바탕으로 유무인 통합 공역 서비스 제공

[그림 2-5] 미국 항공우주국의 교통 관제(UTM)시스템



- UTM 운용개념서(ConOps)를 개정(버전 2.0, '20년 3월) 공표하고 UTM Pilot Program(UPP) 2단계의 종료 및 최종 보고서를 발표
  - 미국 UTM 운용개념서는 '18년 5월에 버전 1.0이 공표되었으며, 이후 관제공역에서의 소형무인기 운용을 포함한 수정 운용개념 버전 2.0을 '20년 3월에 공표
  - UPP 2단계에 걸쳐 '16년, '18년에 각각 의회 입법으로 FAA가 요구한 UTM 요건들 만족여부 확인, FIMS 기능이 도입, 확장됨
  - UTM을 위해 다양한 생각과 개념을 협력해서 개발함으로써 드론의 비가시권 상업적 운용을 지원하기 위한 관리시스템이 초기 운용 능력을 갖출 수 있게 됨
- 미국은 '유·무인항공기 통합운영 계획'에 따라 ①가시권 운용, ②터미널 지역 운용, ③수평 공역이동 운용, ④수직 공역이동 운용, ⑤동적 공역이동 운용으로 발전단계를 제시하여 유인공역 통합을 추진 중임
  - 유·무인항공기의 충돌 사고 예방 등의 효과가 기대되는 중대형 드론의 유인기와 공역 통합을 위한 표준화 작업은 RTCA<sup>1)</sup>-228을 통해 추진 중

\* RTCA 산하에 표준화 기구를 설치하여 Class-G<sup>2)</sup> 공역에서 드론 관리를 위한 표준화 제정을 담당
- (FAA) 미국 FAA는 드론존과 LAANC(저고도인증 및 통지기능)를 도입하여 무인항공기 운영자가 미국 전역의 700여개 공항 주변의 통제된 공역에서 비행 제한 및 항공 교통상황을 공유할 수 있게 하여주는 UTM을 도입하였으며, 클라우드 기반 운영 시스템을 사용 중

1) Radio Technical Commission for Aeronautics, 항공 규격을 생성하는 단체

2) 항공교통관제(ATC)의 허가를 받을 필요가 없는 공역

- (NASA) 나사의 UAS 교통관리(UAS Traffic Management)프로젝트는 소형 무인항공기 시스템(UAS)을 저고도 영공에 통합하여 관리하기 위한 개념과 초기단계의 구현을 개발하는 것을 목표로 하며, 달성을 위해 네 가지 TCL(Technical Capability Level)을 기반으로 단계적 추진 진행 중
- (유럽) EU는 항공운송부문의 경쟁력 유지 등을 목표로 하여, 회원국들을 단일한 공역으로 유·무인기의 통합관리를 위해 디지털화, 기술혁신, 통합관제 구현을 목표로 로드맵 수립 및 추진 중
- (디지털화) SESAR는 환경 영향을 완화하면서 미래의 교통 성장을 안전하게 관리하기 위해, 유인 및 무인항공기의 승객과 물품을 가능한 효율적으로 목적지에 운반 가능케 하며, 능동적으로 확장 가능한 교통 관리 시스템을 개발하는 것을 목표로 함
  - 결착 없는 효율적 관제인프라 시스템을 구축하기 위해서는 자동화 및 연결 수준이 현격히 증가하는 디지털화가 이루어지는 것을 목표로 함
  - 시스템 인프라는 더욱 모듈화되고, EU회원국간 국경 상관없이 항공교통 및 데이터 서비스를 받으면서, 동시에 필요에 따라 운영에 연결될 수 있어야 함
  - 모든 유럽의 공항은 ATM 네트워크에 완전히 통합될 것이며, 항공기 사용자의 비행에 최적화되고 기능화되어 전 유럽의 영공에 걸쳐 시행되는 것을 목표로 함
- (기술혁신) EU항공전략에 의거한 ATM 비전 달성을 위해, '19년 2월 유럽 위원회에 제안한 권고사항에 따라, 4단계에 걸친 기술 개발 및 배치 방식 변화를 2040년 구현 목표로 추진 중
  - (1단계) 국경을 초월하여 항공기간 협업을 강화하는 솔루션 제공, 초기 시스템 정보관리 구현, 네트워크 용량개선 및 수요 균형 조정 장치를 도입함으로써 중요한 네트워크 성능결함의 해결을 목표로 함

- (2단계) 최초의 ATM 데이터 서비스를 시작함으로써, 국경간 자유경로 운항 도입 및 공항의 첨단 성과 관리 네트워크와 초기 무인항공기 서비스의 통합 제공을 통한 효율적인 서비스와 인프라 제공을 목표로 함
  - (3단계) 높은 수준의 자동화 지원의 점진적인 도입, ATM네트워크에 공항과 드론 운행 경로의 완전한 통합으로 지원되는 가상화 및 동적 공역 구성을 통한 유럽연합 회원국 영공의 통합화 추진
  - (4단계) 디지털 생태계가 지원하는 유인 및 무인 항공기를 위한 확장 가능한 시스템 구축, 완전한 공중-지상 시스템 통합, 분산 데이터 서비스, 높은 수준의 자동화 및 연결을 통한 디지털 유럽 공역 구현
  - (유·무인기 통합관제) 완전 자동화된 드론 관리시스템의 개발과 배치를 빠르게 추적·관리하기 위해, 무인항공기 특별 조항과 원격조종 대형 항공기 시스템을 및 유인 교통수단의 통합을 마스터플랜에 반영하여 추진 중
- \* 출처 : SESAR JU(2020), European ATM Master-Plan

## (2) 육상

### □ 주파수

- (미국, 군용) FCC에서 할당한 공공주파수의 40%를 연방기관이 사용하며, 1350~1390MHz 대역이 UGV용 통제시스템·기술 등 고정 및 모바일 통신 대역으로 분배되어 사용하며, 1300~1390MHz로 확장 예정
- (미국, 민수용) ‘20년, 차세대 자율주행 통신기술로 ‘이동통신기반-차량·사물통신(C-V2X)’을 단일표준으로 채택하여, 미국 연방통신위원회(FCC)는 5.9GHz 대역 주파수 용도 변경(안) 규칙제정공고(NPRM)를 확정
- NPRM은 자율주행 용도 5.9GHz대역 75MHz폭 용도를 차세대 와이파이와 C-V2X으로 제한하고, 상위 30MHz 폭은 C-V2X 용도로만 분배,

하위 45MHz 폭 채널은 비면허대역 서비스 용도로 분배

- (유럽) 유럽의 ITS 주파수 대역은 5.470~5.725 GHz, 5.795~5.815 GHz, 5.855~5.925 GHz 3개의 대역을 할당하
  - 5.795~5.815 GHz 대역의 물리계층은 CEN(European Committee for Standardization) EN12253에 규정되어 있으며, OBU(on board unit) 및 RSU(road side unit) 물리계층 파라미터를 정의하고 있으며, 다운링크(RSU→OBU)와 업링크(OBU→RSU)로 두 가지 형태의 통신을 구분함
- (항법) 자율주행차는 차량에 장착된 센서(sensor)정보와 센티미터(cm) 단위의 정밀도로 제작된 3차원 도로지도(정밀도로지도)정보를 결합하여 주행 중 위치를 차선 단위로 정확히 파악하고 주행 의사결정 수행
- (독일) 비엠더블유(BMW)·아우디(Audi)·다임러(Daimler) 컨소시엄이 노키아(Nokia)로부터 지도정보서비스부문인 히어(HERE)를 인수하여 미국·유럽에 대한 정밀도로지도를 공동구축하고 비용 절감
  - (톰톰TomTom\*) 종합부품 메이커인 보쉬도 글로벌 내비게이션 업체인 TomTom과 제휴해 자율주행용 정밀도로지도 공동개발에 나섬

\* 우버(Uber)에 지도를 공급하는 회사로, 다수의 자동차가 탑재한 센서를 이용해 수집한 데이터를 가공하여 지도를 갱신, 실시간으로 반영하는 ‘클로즈드 루프’(Closed Loop)시스템 개발
- (일본) 민간(다수의 자동차 제조사, 지도제작사 포함)과 공공이 함께 투자하여 디엠피(Dynamic MapPlatform: DMP)를 설립하고 일본 고속도로에 대한 정밀도로지도 구축
  - (디엠피DMP) 일본에 대한 정밀도로지도 구축뿐 아니라 지엠(GM)에 지도를 공급하는 어셔(Ushr)를 인수하여 미국 시장 점유율을 선점하기 위해 노력

## □ 관제

- (미국) 미국은 '14년 ITS Strategic Plan 2015-2019을 수립하였고 6 가지 전략목표·5가지 전략 테마·6가지 지원프로그램을 제시하여 추진하였으며, 협력형ITS(C-ITS) 차량(안전)중심에서 인프라구축중심으로 추진 중
  - 최근 3개 시범사업지 선정(NYC, FL-Tampa, Wyoming)
  - 연방교통부(NHTSA, USDOT)는 자율주행기술의 시험운행을 위해서는 자율주행차량의 기능과 성능(capabilities)에 적합한 도로, 교통, 환경에만 시험운행을 제한하도록 권장
- (유럽) 자율주행을 위한 ITS의 중요성을 강조하고, 자율주행기술과 C-ITS기술 간 연계 위해 기술시범사업(예: Drive C2X, FOTsis, Compass4D) 이후 현재 본사업(예: Cooperative ITS Corridor, SCOOP@F, NordicWay)을 추진
  - AD 추진분야 : 차내기술, 인프라, 빅데이터, 시스템 설계, 법제도, 사회적공감, 시스템통합, 표준화
  - 인프라: 노면에 통신장치인프라 구축 필요(도시지역 필수)
- (일본) 일본은 '11년 시작한 ITS Spot이라는 인프라 구축연구에서 C-ITS 인프라의 상용화 사업(ETC 2.0)을 추진 중이며, 자율주행차와 연계하여 Next Generation C-ITS로 추진중

### (3) 해양

- (주파수) 국제전기통신연합(ITU)과 국제항로표지협회(IALA)는 해상무선통신 주파수분배 및 기술기준 마련을 위한 세부논의 진행
- (국제전기통신연합) 해상무선통신 주파수 분배, 해상무선통신장비 및 기술에 관한 국제기준 및 권고서 등 개발 중
  - VDES\* 기술 권고서를 발행('15)하고, ASM\*\*과 지상파 VDES에 대한 주파수 분배 확정

- \* VDES(VHF Data Exchange System) : 초단파 대역 주파수를 이용하여 전세계 디지털정보 서비스를 주고받을 수 있는 차세대 통신기술
- \*\* ASM(Application Specific Message) : 해안으로부터 100km 이내의 선박에 각종 정보 공 및 교환을 가능하게 하는 디지털 통신시스템
- 향후, 위성 VDES 기능 고도화 내용을 포함한 기술표준화작업계획 수립 예정

- (항법) 국제해사기구는(IMO)는 e-Nav 전략이행계획 수립('14), 서비스 표준승인('19) 등 국제표준화 작업을 주도
  - (IMO) e-Nav 도입 및 표준화 정책의 기본방향 설정, 회원국과 관련 국제기구(IALA, IEC 등)와의 협약 제·개정 논의 주도
    - e-Nav 표준문서\* 채택('19년), 자율운항선박 도입대비 관련규정 제·개정 준비작업 추진('18년~)
    - \* e-Nav 서비스 구조 및 형식의 조화와 정의에 관한 지침, e-Nav 서비스 명세서, 항해장비운영 표준화(S-MODE) 지침 등
    - e-Nav 기술 및 서비스 표준화 작업\*, 육·해상 간 디지털 정보교환 기준 마련 등 해양 디지털 서비스·통신에 관한 국제표준 논의 지속
      - \* VTS 지침 개정 등을 통해 e-Nav 이용 근거마련, e-Nav 서비스 지침 개정 등

※ [참고] VTS 정의

- VTS(Vessel Traffic Service: 해상교통관제시스템): 선박교통의 안전을 증진하고 해양환경파해양시설을 보호하기 위하여 선박의 위치를 탐지하고 선박과 통신할 수 있는 설비를 설치·운영함으로써 선박의 동정을 관찰하며 선박에 대하여 안전에 관한 정보및항만의 효율적 운영에 필요한 항만운영정보를 제공하는 체계

- (관제) 유럽해사안전국(EMSA)은 해양사고 예방을 위한 디지털 해양안전 관리방안에 관한 범국가적 전략을 수립·이행 중('19~)
  - (유럽해사안전국) 해상교통정보 제공, 대형 해양사고에 대한 공동 대응, 항만국통제(PSC) 활동 조율 등 유럽연합국가 간 협력주도
    - 해양 환경·안전 증진을 위한 5개년('20-'24) 추진전략\* 발표('19)
      - \* ①기후·환경의 지속가능성 ②선박 리스크 관리를 통한 안전 강화 ③사이버 보안 ④운송 간소화 ⑤디지털정보 관리 및 감독
    - 선박교통 모니터링(SafeSeaNet\*), 항만국통제(THETIS), 해양오염대응(CleanSeaNet)을 위한 통합·관리 시스템(IMS)\*\* 운영 중
      - \* 해상안전, 항만 및 해상보안, 해상교통 및 운송 효율성 제고를 위해 해상교통정보를 교환(선박↔육상)하는 해상교통 모니터링 시스템
      - \*\* 선박식별 및 추적 시스템으로, 위성 AIS 시스템 등을 활용하여 수집한 선박위치정보를 수신·처리·배포하는 유럽해역의 통합 해상교통정보제공체계

#### (4) 안보정책

- (무인이동체 전략물자화) 미국, 유럽 등 주요국은 급변하는 경제적·외교적 안보를 고려하여 무인이동체 원천기술에 대한 수출을 통제하는 등 전략물자로 관리하고 있음
- (기술-산업 안보정책) 무인이동체 주요국들은 최근 발생한 전쟁과 같이 안보적 긴급 현안에 대응하고자 수출통제, 구매제한, 안보기술개발 등의 정책적 노력을 기울이기 시작
- (수출통제) 주요국은 전략물자 협약\*, 우크라이나 사태\*\* 등 안보현황에 대응하기 위해 무인이동체 핵심부품과 SW 수출을 통제하며, 통제 품목은 무인이동체 성능 고도화를 위한 핵심 부품임
  - \* (전략물자 협약) 미국과 캐나다는 MTCR, 바세나르 협약 등에 의거해, Category I 드론(임무중량 500kg, 비행거리 300km 이상)과 핵심부품 및 SW 대한 수출을 통제하며 핵심부품은 자율비행용 AI기능 탑재컴퓨터, 고성능 열화상 카메라 등으로 무인이동체 성능 고도화의 핵심 부품임
  - \*\* (우크라이나 사태) 러시아와 전쟁 중인 우크라이나는 NATO국가들로부터 첨단드론 및 핵심부품을 수입해 러시아에 대항하고 있으나, 서방국들의 수출통제로 인해 적기조달에 난항
- 영국왕립합동군사연구소(RUSI)의 ‘22년 4월 보고서\*에 따르면, 러시아 무인항공기 등의 장비에 미국제 부품들(관성제어, 항법제어 컴퓨터 등)이 사용되고 있음을 노획한 장비에서 확인되었으며, 러시아의 우주기관(ROSCOSMOS)의 우회수입 제재가 부품 공급을 차단한다고 분석

\* 출처 : RUSI, 2022.04., “Operation Z : The Death Throes of an Imperial Delusion”

- (구매제한) 첨단기술이 적용된 무인이동체가 자국 안보에 위협요인 이 되어 무인이동체 구매를 통제

\* (DJI 국가핵심정보 유출) 미국 재무성은 DJI(세계 드론민수시장 80% 점유한 中 기업)의 드론클라우드플랫폼에 의한 국가핵심정보유출, DJI사 드론의 위구

르 인권탄압 사용 등으로 DJI 드론에 대한 수입통제 실시('21.12.)

- (안보관점 기술개발) 무기화된 무인이동체의 위협에 대비하기 위해 C-UAS 기술을 개발하는 등 산업육성뿐 아니라 안보전략 관점에서 무인이동체 기술개발에 접근하고 있음
  - \* (C-UAS) Counter-UAS의 약자로 자율비행이 가능한 드론에 대응하기 위한 체계 및 기술
  - 미국 국방부의 경우 C-UAS체계 연구개발에 최소 6억 6,800만 달러, C-UAS체계 조달에 최소 7,800만 달러를 지출할 계획
  - 또한 C-sUAS 전략을 '21년 발표하였으며, C-sUAS용 공통 아키텍쳐의 개발, 비물질적 대응체계(시설보호 지침, 교육훈련 및 기술표준)의 개발, 관련부처(FAA, 외국 영공관리기관 등)와의 협업을 통한 제도개선 이라는 전략 3가지를 선정
  - 미국 공군의 경우 C-UAS에 대한 요구사항을 '16년 "Small UAS Flight Plan"에 명시하고, C-UAS용 레이저요격체계의 개발과 테스트를 진행 중에 있음
  - 미국 해군성은 '14년부터 C-UAS용 레이저무기체계를 군함에 배치하여 테스트중이며, '19년 3월 28일, DDS와 협력하여 "진화하는 UAS 위협을 해결하기 위해 C-UAS 제품을 신속하게 개발할 것"이라고 발표
    - \* Defense Digital Service(DDS)는 미 국방부 장관실의 신속 대응 팀으로서, 민·관·군 출신의 엔지니어, 데이터 과학자, 제품 관리자 및 디자이너가 소속되어 시급한 군용 디지털 기술의 개발을 추진

## ※ C-UAS 기술 및 활용 동향

- ◆ 주요국은 무인이동체를 통한 안보위협에 대비하기 위해 C-UAS 기술개발, 훈련 및 군사작전 추진 중
  - NATO는 자율비행 드론에 대비하기 위해 NATO C-UAS WG을 신설('19.02)
  - 유럽 EUROCAE, 美 항공통신 기술위원회는 안티드론(C-UAS) 위원회를 구성하여 표준화 추진
  - 네덜란드에서 대-드론(C-UAS) 훈련을 실시('21.11)
  - 미국, 우크라에 칠러 드론인 '피닉스 코스트 전술드론(무인기)'을 121기 제공하여 러시아 견제

## 2.1.2. 국내 법제도 현황

<표 2-17> 국내 법·정책 변동사항 및 시사점

분야	구분	무인이동체 기술로드맵 1.0(2017)	무인이동체 기술로드맵 2.0(2022)
국내 법제 현황	드론법	—	·드론 활용의 촉진 및 기반조성, 드론시스템의 운영·관리 등에 관한 사항을 규정하여 드론산업의 발전 기반을 조성
	항공안전법	—	·비행장치 항행의 안전과 효율성을 위한 방법과 국가, 항공사업자 및 항공종사자 등의 의무 등에 관한 사항을 규정
	항공사업법	—	·항공정책의 수립 및 항공사업에 관하여 필요한 사항을 정하여 체계적인 성장과 경쟁력 강화 기반 마련, 항공사업의 질서유지 및 발전을 도모
	시사점	• 무인이동체중 드론과 관련된 법안이 제정되어 제도적 기반을 마련 • 육상과 해양분야는 자율주행차를 제외하면 관련 법제가 미비한 상황	
국내 상용화 법제	공중	·무인항공기 관련 국가표준은 '16년에 최초 제정	·'국가항행계획(안)'은 민·군·국제협력을 통한 유연한 공역 운영계획 수립 ·무인항공기법률은 항공안전법과 항공사업법 2개 법에 정의 규제됨 ·'25년까지 상용화 20개 모델 발굴하고 국내시장 규모 1조원 확대 목표로, '드론산업 발전 기본계획', '드론산업 육성정책 2.0' 등을 발표하여 추진 중
	육상	·국토교통부는 '16년 초 개정한 자동차 관리법과 시행령을 통해 자율주행차의 임시운행 허가에 대한 규정을 적용	·데이터와 자율주행 레벨 표준개발을 완료, 국가표준(KS) 제정 작업에 착수 ·'자율주행차 규제혁신 로드맵 2.0'을 마련 규제를 선제적으로 발굴, 개선하는 계획수립 및 추진 중 ·자율주행 차의 확산에 대응 차 「제1차 자율주행 교통물류 기본계획」 마련
	해양	—	·운용기술 개발과 표준화 관련 한국 선급이 통합사업단을 구성, 추진 예정 ·국제협약 개정에 선행하여, 선제적 규제 혁신 로드맵' 발표 후, 규제개선 추진 중 ·해수부에서 항만물류 스마트기술 도입 등 친환경·디지털화에 대응 및 경쟁력 확보 추진 중
	시사점	• 모든 분야에서 주무부처별 운영규제 및 상용화를 위한 규제개선, 실증사업 등 산업활성화 정책을 추진 중 • 육상과 해상은 자율주행차와 무인선 운용기술 개발 및 중심으로 기술표준화, 규제개혁, 환경조성에 주력하고 있음	
국내 인프라 법제	공중	·GNSS 사용되고 있으며 RTK 등 보강 기술이 도입되어 기간통신(LTE·5G)과 디지털맵을 활용한 항법기술이 시범적으로 활용되고 관련연구가 진행 중	·드론 운영 활성화를 위해 성능과 위험도 기반 분류기준을 정비, 네거티브 방식의 규제 최소화 등 규제 차등 적용
	육상	·자율주행차 상용화 예상시점을 감안하여 주파수를 추가 확보할 계획 ·정밀도로지도의 스펙과 구성을 확정하고, DB 구축 완료를 목표로 사업에 착수 ·전국 단위의 단일교통정보 시스템 구축 목표사업 추진하였음	·고해상도 레이다 및 무인체 식별 등의 주파수 확보 계획 ·국토부와 과기부 공동으로 C-ITS 공동사업반을 구성하여 계획수립 및 진행 예정
	해양	—	·무인선용 통신 서비스 특성 검토를 통한 무인선용 주파수 분배를 추진할 계획 ·'한국형 e-Navigation('16~'20)' 연구 개발 완료 지능형해상교통정보법 시행 ·통신 및 선박기자재 분야에 대해 기술 개발과 실증이 이루어지고 있음
	시사점	• 육상분야는 기반시설 및 시스템의 고도화를 추진하는 중이며 공중은 규제 혁신 및 샌드박스 시범사업으로 실용화 촉진 지원 중 • 해상분야는 무인선의 활용이 가능하도록 하는 기반기술과 제도 구축 추진 중	

## 가. 국내 법제 현황

□ (국내) 2020년 드론법을 제정하여 드론을 기존 항공기와 분리하여 정의하고 관리 중이며, 기존 항공안전법과 항공사업법에서도 무인이동체에 대한 규제를 추가하였음

\* (드론법) 드론활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률

**<표 2-18> 국내 무인이동체 상용화 법제**

구분	드론법	항공안전법	항공사업법
주관	국토교통부	국토교통부	국토교통부
성격	산업진흥	규제	규제
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>드론산업의 발전 기반을 조성하고 드론산업의 진흥을 통한 국민편의 증진과 국민경제의 발전에 이바지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치의 안전·효율 항행 제반사항 규정</li> <li>국가, 항공사업자 및 항공종사자 등의 의무 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대한민국 항공사업의 체계적인 성장과 경쟁력 강화 기반을 마련</li> <li>항공사업의 질서유지 및 건전한 발전을 도모</li> </ul>
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>드론 정의 신설(2조)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조종자가 탑승하지 아니한 상태로 항행할 수 있는 비행체</li> <li>- 드론시스템, 산업, 사용사업자, 교통관리 등 정의</li> </ul> </li> <li><b>드론진흥 법정계획 수립 의무 규정(5조)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대통령령으로 정하는 절차에 따라 드론산업 육성 및 발전에 관한 기본계획 수립(5년단위 법정 계획, 주무부처 국토교통부)</li> <li>- 정책수립을 위해 실태조사 실시</li> <li>- 드론산업협의체 구성 및 운영</li> </ul> </li> <li><b>드론 특별자유구역, 시범사업 구역, 우수기술 및 사업자 지원 등 산업육성 단서조항(10조, 11조, 13조이하)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 드론시스템 실용화 및 사업화 촉진을 위해 특별자유구역 지정·운영 가능</li> <li>- 항안법상 특별감항증면, 무인 항공기 비행허가, 시험비행허가 또는 안전인증, 비행승인, 특별비행승인과 전파법상 적합성 평가 등 규제 완화</li> <li>- 드론시스템 실증·시험 등을 원활히 수행하기 위해 지정</li> <li>- 성능시험 및 개발, 안전 기준 연구 등을 위해 비행하는자에 행정적·재정적 지원 가능</li> <li>- 신기술 개발 촉진을 위한 첨단기술 지정, 우수사업자 선정, 창업활성화, 지재권 보호 육성 등 지원</li> <li><b>UTM 개발 규정(17조)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 드론 자동관제 시스템 개발</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>초경량비행장치(드론) 신고의무, 조종자 증명, 비행승인 등 등록관리 규정 신설(122조~127조)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초경량비행장치 종류, 용도, 소유자, 개인정보 등 신고</li> <li>- 초경량비행장치 신고사항 변경시 변경신고(123조)</li> <li>- 국토부령으로 정한 안정 성인증 의무(124조)</li> <li>- 드론 자체중량 25kg 초과시 안전성 의무 강제 (시행령 308조)</li> <li>- 국토부령에 따라 조종자 증명</li> <li>- 조종자 증명 대여 금지(개정)</li> <li>- 조종사 양성을 위한 기관 지정(126조)</li> <li>- 국토부가 비행제한 공역 지정 가능</li> <li>- 초경량비행장치 비행공역에 서는 승인 없이 비행가능</li> <li>- 25kg 이하 드론은 관제권 및 비행금지공역 제외 지역에서 150m미만 고도 비행은 승인없이 가능 (관제권은 비행장 중심 9.3km이내)</li> </ul> </li> <li><b>초경량비행장치(드론) 조종자 준수사항 신설(129조)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비행금지시간대(야간)</li> <li>- 비행금지장소(관제권, 휴전선 인근 등 금지구역, 150m 이상 고도, 인구밀집지역)</li> <li>- 비행중 금지행위(낙하물 투하, 음주상태 비행 등)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>드론사업 등록의무(48조)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초경량비행장치사용사업 경영자는 국토부령에 따라 신고의무</li> <li>- 사업계획, 명의대여, 양도·양수, 합병, 상속, 휴폐업, 사업개선명령, 등록취소, 과징금 등 동법 32조 이하 준용</li> </ul> </li> <li><b>보험가입 의무(70조)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국토부령으로 정하는 보험 또는 공제에가입</li> <li>- 구체적 보험 보장금액은 자동차손배 보장법 시행령 등 준용</li> <li>- 대인 보상 1억 5천만원 이상, 대물 보상한도 2000만원 이상의 보험가입</li> </ul> </li> </ul>

## 나. 상용화 관련 법제도 동향

### (1) 공중부문

#### 공 역

□ 국토교통부와 국방부, 기상청 등 관계부처가 미래 항공교통과 코로나-19 이후를 대비하기 위해 마련한 「국가항행계획(NARAE\*)」을 확정 하였으며, 민·군·국제협력을 통한 유연한 공역 운영계획이 수립됨

\* NARAE(National ATM Reformation And Enhancement), 순우리말로 '날개'를 의미

○ 국내 공역은 안보특성상 민·군 공역이 서로 분리 운영되는 등 경직적인 공역 운영이 이루어지고 있으며, 관제사 직관에 기반한 항공교통처리, 항공기 자연 대응을 위한 시스템 구축 미비로 비효율성이 있는 상황

– 공역계획 단계부터 공역사용자의 선호 요구 공역의 이해 및 운용 상 제약사항 등을 고려한 협력적 공역 활용계획이 요구되므로, 실무 협력체계를 강화하여 탄력적 공역 사용(FUA\*) 제고 필요

\* FUA(Flexible use of Airspace) : 공역을 민 군 공역으로 구분하여 배정하지 않고, 하나의 연속체로써 사용자의 요구사항을 최대한 수용하는 공역관리 기법

○ (탄력적 공역운영) 한정된 국가공역 자원의 효율적 사용을 위해 항공교통본부(통제센터)와 공군간 민 군 공역운영팀 등 협력 강화('21~)

○ (공역 운영현황 공유) 공역관련 민·군 협력체계를 강화하고, 공역사용 계획을 공유하는 국가공역시스템(NAIMS\*)의 활성화 고도화('21~)

\* 민 군 공역이용자가 시스템을 통해 사용요청·승인이 가능하며, 실시간 공역사용 여부를 확인 가능하도록 보안솔루션이 강화된 협력도구로 전환

○ (한 중 일 공역 활용 증진) 인접국가간 항공로의 구조적 원인으로 발생하는 교통량 집중 등 개선을 위한 한·중·일 간 협력체계 마련('19. 1~)

– 중국향 교통량 급증에 대비, 한·중을 연결하는 항공로를 확대하기 위한 '서울-상해노선' 개설 추진('21~)

- 한·일 통과항공기의 유연한 비행경로 사용을 위해 일본이 적용 중인 高고도비행정보구역(UIR)을 우리나라 공역과 연계 추진('22~)
- (수도권 공역 조정) 민 군 협력으로 인천공항 주변 공역조정 및 이착륙 절차 개선 등을 통해 시간당 수용량 증대(現 75대→80대 이상/시간당, '21~)
- 필요시 국가공역체계 관리 및 공역사용자간 이해관계 조정 등을 위한 별도 기구 설립 또는 상위기관 조정기능 강화 등 검토

<표 2-19> 국내 무인비행장치 관련 공역 선정 현황

공역 구분	지역	직경	고도	면적	비고
무인비행장치 시범사업 전용공역	강원 영월 하송리	11km	450m	95km <sup>2</sup>	원형
	대구 달성군 구지면	7.4km	450m	43km <sup>2</sup>	원형
	전남 고흥 고소리	22km	450m	380km <sup>2</sup>	원형
	전북 전주 완산구	3.6km	300m	10km <sup>2</sup>	원형
	경남 고성군 내곡리	3km	450m	7.1km <sup>2</sup>	원형
	부산시 영동구 태종로	5.5km(반경 )	450m	23.7km <sup>2</sup>	부채꼴형
	충북 보은군	6km	300m	28.3km <sup>2</sup>	원형
	경기 화성 송산면	-	300m	11km <sup>2</sup>	다각형
	전남 광양 진월면	8km	450m	50km <sup>2</sup>	원형
	제주 서귀포 녹차분재로	3km	300m	7.1km <sup>2</sup>	원형
초경량 비행장치 전용 공역	청라국제도시		150m		
	경기 광주 퇴촌면	0.6km	150m	0.28km <sup>2</sup>	원형
	충북 청주 병천천	0.4km	150m	0.08km <sup>2</sup>	다각형
	충북 청주 미호천		150m	0.42km <sup>2</sup>	다각형
	경남 김해 한림면	0.5km	150m	0.15km <sup>2</sup>	
	경남 밀양 상남면	1.29km	150m	0.645km <sup>2</sup>	
	경남 창원 의창구		150m		
	울진 울주군 삼동면		150m	0.052km <sup>2</sup>	다각형
	전북 김제 공덕면		150m	1.2km <sup>2</sup>	다각형
	경북 고령 다산면	0.16m	150m	0.0201km <sup>2</sup>	원형
	대전 서구	2km	150m		다각형

\* 출처 : 국토교통부 항공레저 초경량비행장치공역(20201231)

안전인증 및 표준화

- 무인항공기 관련 국가표준은 '16년에 최초 제정된 이후로 무인항공기

## 관련 국가표준을 추가적으로 제정하여 고시하는 중

- 국내에서는 국제드론표준산업협회, 한국정보통신기술협회에서 진행하고 있음

**<표 2-20 드론 관련 국내 표준>**

번호	표준번호	표준명	제정개정	제·개정일
1	TTAK.KO-12.03 17	드론 기반 서비스를 위한 보안 요구사항	제정	2017.12.13
2	TTAR-12.0033	드론 기반 서비스를 위한 보안 메시지 흐름	제정	2018.11.07
3	TTAK.KO-10.10 58	사물인터넷 기반 저고도 무인 항공기 관리 및 운영 시스템	제정	2018.06.27
4	IoTFS-0039	사물인터넷 기반 무인 배달서비스에서의 키 은닉 보안 요구사항	제정	2014.12.09
5	IoTFS-0079	드론 기반 사물인터넷 서비스를 위한 보안 요구사항	제정	2015.12.01
6	IoTFS-0039-R1	드론 기반 배달서비스를 위한 키 은닉 요구사항	제정	2016.12.01
7	IoTFS-0079-R1	드론 기반 배달서비스를 위한 보안 요구사항	제정	2016.12.01
8	IoTFS-0096	드론 기반 배달서비스 프레임워크	제정	2016.12.01
9	IoTFS-0097	드론 기반 배달서비스를 위한 보안 프로토콜	제정	2016.12.01

- 국내의 국가기술표준원에서는 총 52종의 용어 정의 등을 포함한 국가표준(KS W 9000, 무인항공기 시스템)을 제정하여 고시

**<표 2-21> 참고 : KS W 9000의 주요 용어 및 무인항공기 분류 예시**

용어	정의	세분류	최대 이륙중량
대형 무인항공기 (large UAV)	· 항공기에 사람이 탑승하지 아니하고 원격 조종 또는 자율로 비행할 수 있는 항공기 (최대 이륙중량 600kg 초과)	-	600 kg 초과
중형 무인항공기 (medium UAV)	· 항공기에 사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 또는 자율로 비행할 수 있는 항공기(최대 이륙중량 600kg 이하, 150kg 초과)	-	150 kg 초과 600 kg 이하
무인동력 비행장치 (light UAV, small UAV micro UAV)	· 연료의 중량을 제외한 자체 중량이 150kg 이하인 무인비행기 또는 무인회전익비행장치	중소형 무인동력비행장치 (light UAV)	25 kg 초과 150 kg (자체중량) 이하

- '18년 3월, 프로펠러의 설계 및 시험, 동력장치의 설계, 리튬 배터리 설계 등의 4가지 신규 표준(KSW 9131,1609,9001,9132)을 제정 및 고시

**운영 규제**

□ 무인항공기 관련 운영규제 법률은 항공안전법과 항공사업법 2개 법에 정의되어 규제가 이루어짐

- (항공안전법) 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치의 안전하고 효율적인 항행을 위한 방법과 국가, 항공사업자 및 항공종사자 등의 의무 등에 관한 사항을 규정
  - 경량비행장치 신고의무(122조) : 초경량비행장치 종류, 용도, 소유자, 개인정보, 변경신고(123조) 의무 있음
  - 국토부령으로 정한 안정성인증 의무(124조) : 드론 자체중량 25kg 초과시 안전성 의무 강제(시행령 308조)
  - 조종자 증명(125조) : 국토부령에 따라 조종자 증명, 증명 대여 금지, 조종자 양성 기관 지정(126조)
  - 사전 비행승인 의무(127조) : 국토부가 비행제한 공역 지정 가능, 초경량비행장치 비행공역에서는 승인 없이 비행가능
    - \* 25kg 이하 드론은 관제권 및 비행금지공역 제외지역에서 150m미만 고도 비행은 승인없이 가능(관제권은 비행장 중심 9.3km이내)
  - 조종자 준수사항 적용(129조) : 비행금지시간대(야간) 설정, 비행금지장소(관제권, 휴전선 인근 등 금지구역, 150m 이상 고도, 인구밀집지역) 지정, 비행중 금지행위(낙하물투하, 음주상태 비행 등) 지정
- (항공사업법) 대한민국 항공사업의 체계적인 성장과 경쟁력 강화 기반 마련, 항공사업의 질서유지·발전 도모, 이용자의 편의 증진을 통한 경제의 발전과 공공복리 이바지하기 위해 '17년 제정, 현재 개정 진행 중
  - 드론사업 등록의무(48조) : 초경량비행장치사용사업 경영자는 국토부령에 따라 신고의무 있으며,
  - 사업계획, 명의대여, 양도 · 양수, 합병, 상속, 휴폐업, 사업개선명령, 등록취소, 과징금 등 동법 32조 이하 내용을 준용해야 함

- 보험가입의무(70조4항) : 국토부령으로 정하는 보험 또는 공제에 가입해야하는 의무 있음
  - \* 구체적 보험 보장금액은 자동차손배 보장법 시행령 등 준용
  - \*\* 대인 보상 1억 5천만원 이상, 대물 보상한도 2000만원 이상의 보험 가입
- (국토교통부) '21년 6월, '25년 드론택시 최초 상용화 목표를 포함한 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」을 확정·발표했으며, K-드론시스템 및 드론택시 실증행사 등 후속조치 시행 중

- (국토교통부/Team Korea\*) 도심항공교통을 위한 체계적인 실증 사업(K-UAM Grand Challenge, '22~'24), 버티포트(eVTOL 이착륙장) 기준 마련, 종사자 자격 연구 등을 추진하고 있음
  - \* K-UAM로드맵의 공동 이행, 신규과제의 발굴 및 주요시장·기술 동향 등을 논의하는 산학연관 정책공동체로 출범
- (국토교통부/국방부) '16년에 비행승인, 항공촬영허가 등 드론 이용 시 필요한 행정절차를 인터넷 기반으로 처리하기 위한 민원처리시스템 구축을 추진
  - \* 항공촬영 허가 신청을 온라인으로 가능하도록 개선

**<표 2-22> 공공 수요 기반, 무인항공기 시범적용 현황**

구분	내용
철탑 점검	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 한국전력에서 '16년 8월부터 철탑(1만기) 점검에 대한 시범운영 실시</li> <li>· 드론에 의한 철탑 점검을 '17년부터는 철탑 4만기로 확대하여 점검할 계획</li> </ul>
드론의 우편배달 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>· '17년 5월부터 전남 고흥, 강원 영월 등 교통이 불편하여 배달기간이 긴 도서·산간 지역 위주로 아마존, DHL 등 글로벌 물류 업체들이 주도하는 드론의 우편배달 서비스를 시범 적용할 예정</li> </ul>

**활용확대 정책**

- 2025년까지 상용화 성공모델 20개를 발굴하고 국내시장 규모를 1조원으로 확대할 방침으로, 국토교통부에서 주관하여 '드론산업발전 기본계획', '드론산업육성정책 2.0'등을 발표하여 추진 중
- (드론산업발전 기본계획) '17년에 발표된 활용확대계획으로, '26년까지 드론산업 규모를 20배로 확장하기 위해 작성된 계획
  - 공공수요 기반으로 초기시장 육성 : 국가·공공기관의 다양한 업무\*에 드론 도입·운영 등 공공수요 창출(5년간 3,700여 대, 3,500억 원 규모)로 국내 드론산업의 빠른 성장을 위해 초기수요 견인
- \* 건설, 대형 시설물 안전관리, 국토조사, 하천 측량·조사, 도로·철도, 전력·에너지, 산간·도시지 배송, 해양시설 관리, 실종자 수색, 재난 대응, 산불 감시 등

- 한국형 K-드론 시스템 구축 : 무인항공 시대 진입을 위해 드론의 등록·이력관리부터 원격 자율·군집 비행까지 지원하는 세계시장 진출이 가능한 한국형 K-Drone 시스템을 개발·구축
  - 규제혁신 및 샌드박스 시범사업으로 실용화 촉진 지원 : 다양한 유형의 드론 운영 활성화를 위해 성능과 위험도 기반으로 드론 분류기준을 정비, 각 유형에 따라 네거티브 방식의 규제 최소화 등 규제 차등 적용
  - 개발-인증-자격 등 인프라 확충 및 기업지원허브 모델 확산 : 드론 개발-인증-운영 등 산업 전 생애 주기에 필요한 비행시험장, 안전성 인증센터, 자격실시시험장 등 3대 핵심 인프라를 구축
  - 드론 활용한 다양한 비즈니스 모델의 빠른 상용화를 위해 시범사업을 확대하고 실제 현장 적용을 위한 규제 샌드박스 사업도 추진
- (드론산업육성정책 2.0) '20년 11월, 드론산업협의체는 「드론법」에 따라 국토교통부 장관 및 관계부처\* 차관 등 정부위원과 민간위원으로 구성되어, 우수기업을 집중지원하여 다양한 공공분야에서 국산 드론을 활용도록 하는 '드론산업 육성정책 2.0'을 발표
- 핵심기업 육성을 위해 ①공공조달 개선, ②투자·지원 확대, ③실증기반 강화, ④성공모델 발굴 및 조기상용화를 추진
  - 드론기업 평가를 통해 우수기업을 선별·공표하여 집중 지원하고, 공공조달 시장에는 핵심기술 보유업체만 참여도록 함과 동시에, 중견이상 기업의 조달시장 진입도 단계적으로 허용
  - 정부는 드론 활용산업 육성 및 공공서비스 질 제고를 위해 공공기관의 ①드론 구매·교육 확대, ②기관 간 정보공유·협업 강화, ③규제·제도 개선, ④드론활용 내실화·다양화를 추진
  - 수도권 내 비행시험장 신설('21~, 인천·화성), 실증도시·드론특별자유화구역 등 실증사업 확대, 상용화 패스트트랙(인·허가 간소화) 등을 통해 우수기업 제품의 신속한 상용화를 지원

## (2) 육상부문

### 안전인증 및 표준화

- 산업통상자원부 국가기술표준원은 자율주행 차량과 차량, 차량과 인프라 간 교환되는 위치, 속도 등 데이터와 자율주행 단계를 분류·정의하는 레벨에 대한 표준개발을 완료하고 국가표준(KS) 제정 작업에 착수
  - (자율차 표준화 포럼) '18년 11월, 자율차 상용화 지원을 위한 표준 개발, 국제표준화 전략 수립 등을 위해 출범, '23년까지 자율주행 가상시험 평가기술을 개발해 국제표준으로 제안하는 등 표준 선점 계획
  - (자율차 데이터 표준안) 차량과 사물통신(V2X)을 통해 주고받는 위치(위도·경도·고도 등), 속도 등의 기본 데이터 형식을 표준화하고, 이를 조합하여 차량추돌방지, 위험구간알림 등의 차량안전 서비스를 제공하는 표준
    - 서울시, 세종시, 대구시, 경기도 등 자율차 실증단지에서 실증을 진행중이며, 향후 전국 도로의 자율주행에도 적용될 것으로 기대
  - (자율차 레벨) 그동안 미국 자동차공학회(SAE) 표준을 주로 인용했으나, '21년 9월 레벨 표준이 국제표준(ISO)으로 발간됨에 따라 이를 토대로 표준안을 개발
    - 레벨 표준안은 자율주행을 차량의 운전자동화 시스템을 기준으로 6단계로 분류\*하여 정의
- \* 레벨0 (운전자동화 없음), 레벨1 (운전자보조), 레벨2 (부분 운전자동화), 레벨3 (조건부 운전자동화), 레벨4 (고도 운전자동화), 레벨5 (완전 운전자동화)
- 산업계에 자율차 개발에 대한 가이드를 제공하고, 자율차에 대한 소비자의 이해를 향상시키는 데 도움을 줄 것으로 기대

- 국토교통부는 자율주행차의 조속한 상용화 및 관련 산업 발전을 위해 「자율주행차 규제혁신 로드맵 2.0」을 마련, 로드맵은 정부가 신산업 성장 지원을 위해 미래에 예상되는 규제를 선제적으로 발굴, 개선하는 중장기 계획
  - 국토교통부는 자율주행자동차의 조속한 상용화를 위해 신산업 분야 중 최초로 자율주행차 분야에 대한 규제혁신 로드맵을 수립('18.11~)하고, 이에 따라 법·제도를 정비 중으로, 현재까지 총 15개 과제를 정비
    - 레벨 3 자율주행차 안전기준, 보험제도 등 선제적인 기준 마련을 통해 규제 불확실성을 해소하고, 자율주행시 영상장치 조작 허용, 자동주차기능(Lv.2) 활용을 위한 운전자 이석 허용 등 기존 규제도 완화
  - 국내 레벨 3 자율주행차 출시 등 앞으로 급속히 전개되는 자율주행 대응하기 위해, 국토부는 관계부처 합동으로 기존 규제개선 로드맵의 추진현황을 점검, 현시점에 맞게 로드맵 개정을 추진하였음
    - '22년 레벨 3 자율주행차 출시를 시작으로 본격적인 자율주행 시대 개막, '27년에는 레벨 4 자율주행차가 상용화될 수 있을 것으로 전망
  - \* (자율차) Lv.3 승용('22) → Lv.3 상용('24) → Lv.4 저속셔틀('25) → Lv.4 승용·상용('27)  
(서비스) 시범·실증(~'23) → 저속 셔틀, 화물차 군집주행('25) → 공유차, 순찰 등 ('27~)
  - Lv.4 자율주행차 상용화에 필요한 기준을 체계적으로 마련하고, 최근 실증이 활발한 자율주행 셔틀 등의 서비스에 필요한 국책 연구과제도 집중적으로 보완

- '21년 6월, 국토교통부는 향후 5년간('21~'25) 자율주행차의 확산과 자율주행 기반 교통물류체계의 발전을 위한 「제1차 자율주행 교통물류 기본계획」을 마련
  - (드론산업육성정책 2.0) '2025년 자율주행 기반 교통물류체계 상용화 시대 개막'이라는 비전과 함께, '25년까지의 목표로 전국 고속도로 및 시·도별 주요 거점에서의 서비스 제공 등 3개 목표\*을 제시
    - \* (목표) ① 전국 고속도로 및 시도별 주요 거점에서 자율주행 상용서비스 제공
    - ② 자율주행 서비스(10종 이상) 기술개발
    - ③ 자율차 상용화 및 서비스 고도화를 위한 제도·인프라 기반 완비
  - 비전과 목표 그리고 추진방향에 따른 「제1차 자율주행 교통물류 기본계획」의 5대 추진전략에 대한 주요 내용 포함
    - 자율주행 교통물류 서비스 기술 고도화 : 여객서비스와 화물차 군집주행, 자율주행 도심배달 서비스와 같은 화물배송 서비스를 개발
    - 자율주행 교통물류 서비스 실증환경 조성 : 규제특례지구인 시범운행지구 및 규제자유특구를 중심으로 실증을 확대하고, K-City 등 자율주행 테스트베드의 고도화를 추진
    - 자율주행 교통물류 서비스 사업환경 조성 : 자율주행 기반 서비스가 전국에 도입될 수 있도록 자율주행에 필요한 도로·통신 인프라를 전국에 구축하고, 데이터, 플랫폼 등 서비스 기반에 대한 관리체계 정립을 추진
    - 자율주행 안전성 강화 및 기술 수용성 제고 : 자율주행차의 주행 안전성, 신뢰성을 확보하기 위해 안전기술을 고도화하고, 안전기준의 국제 조화 기반 마련 및 자율주행 기술에 대한 사회적 수용성 향상을 추진
    - 자율주행 교통물류 생태계 구축 : 자율주행 기반 교통물류체계의 국제공동연구 등 글로벌 경쟁력을 확보하고, 지속가능한 산업 생태계 조성을 위해 기업지원 등을 확대

### (3) 해양부문

#### 안전인증 및 표준화

- ‘20년, 자동화 플랫폼 개발과 실증 관련 사항 등에 대해서는 선박해양 플랜트연구소가, 운용기술 개발과 표준화 관련 사항 등에 대해서는 한국선급이 통합사업단을 구성, 기술개발과 건조 일정을 조율하여 기술개발과 사업화를 병행하여 추진할 예정
- (제도 개선) 해수부는 IMO 협약 대응을 위한 작업반을 구성하고, 국제해사기구의 자율운항선박에 대한 표준화 대응전략 수립
  - 스마트 해상물류체계 구축전략(‘19)을 통해 자율운항시스템과 스마트 항만, 해상통신 등 상호연계 방안을 포함한 전략 제시
  - 해양수산과학기술 수준 향상과 산업혁신을 목표로 4대 전략(“해양수산과학기술 집중육성”포함) 및 8개 추진과제(“자율운항선박 상용화 대응 R&D 및 실증 포함”) 발표
    - \* 무인선 설계·건조·운항·폐기 등 생애 전주기에 걸쳐 신뢰성·안전성 등의 품질보증을 위한 관련 법규 및 승인 및 인증절차를 마련할 계획
- (VDES 기술) 우리나라가 개발한 VDES 기술의 국제표준화, 관련 시장선점\* 등을 위한 테스트베드 구축·운영 및 상용화 추진
  - 위성항법시스템 취약성 경감을 위해 개발 중인 R-Mode\* 국제표준화 대응 및 상용화 추진 협력·지원
    - \* R-Mode(Ranging-Mode) : 기존 해상통신용 인프라(DGNSS, VDES)에 거리측정 기능을 추가해 지상파항법시스템으로 활용할 수 있는 최신 기술
- (차세대 통신기술) e-Nav, 자율운항선박 등을 위한 차세대 통신기술기준 개발 및 국제표준화 추진
  - 기존 LTE-M 통신망과의 호환성 검토, 해상분야 적용방안 마련 및 국제적 도입 논의 주도

## 운영 규제

- 해양수산부에는 국제협약 개정이 선행되어야 하나, 신산업에 대한 우위를 선점하기 위해 선제적으로 대응위해, '21년 '자율운항선박 분야 선제적 규제혁신 로드맵' 발표 후, 규제개선 추진 중
  - (보안규제 개선) 바다 내비게이션 전용 송수신기의 근거리 통신기능(Wifi) 활용, 주변 항해장비와의 연계를 위한 보안규제 개선방안 논의
  - (해도 대체) 단말기가 법정해도 비치의무\*를 대체하여 이용자의 해도관리 부담을 경감할 수 있도록 관련부서 협의 및 제도 개선 추진
- \* 연해구역 이상을 항해구역으로 하는 선박(선박안전법), 길이 20m 이상의 어선(어선법) 등은 관련 규정에 따라 종이 또는 전자해도를 비치하고 최신화 관리 필요
- (운항주체) 자율운항선박을 운항·제어·관리하는 선원 관련 기준 마련(9건)
  - 자율운항선박 정의 및 자율등급 기준
  - 운항주체 정의 및 역할, 운항주체 양성, 평가, 면허, 근로 기준 마련
  - 자율운항선박 국가직무체계 수립
- (선박장치) 자율운항선박 장비의 상용화·표준화를 위한 기준 정비(6건)
  - 자율운항선박 실증을 위한 규제 특례, 데이터·통신 표준체계, 기술기준 마련
  - 자율운항 지능화 시스템 인증 및 사용기준
  - 자율운항선박 디지털트윈 적용기준 마련
- (선박운용·인프라) 자율운항선박 운용 관련 기술기준 및 제도·인프라 구축(7건)
  - 자율운항선박 산업촉진법 제정 : 현재 법률적 기반 없음

- 자율운항선박-스마트 항로표지 연계시스템, 원격검사 제도 확대 및 기준 마련
  - 원격 도선 시스템 구축 및 선박 사고 배상, 보상체계 재정립
  - 자율운항선박을 위한 보험체계 정립
  - 
  - 비대면 디지털 항만국통제 시스템 구축
- (해양안전) 자율운항선박 운항에 대비한 사고·안전 관련 기준 정비(9건)
- 사이버보안 체계 구축 및 사이버공격 대응기준 개발
  - 항만 영상데이터 정보 관리방안 및 사고 대응 가이드라인 마련
  - 선박교통관제 체계 재정립 및 해상조난자 지원제공 체계 구축

#### 활용확대 정책

- 국제규제 기반의 선박·항만의 친환경 전환, 자율운항선박 연구개발, 항만·물류 스마트기술 도입 등 친환경·디지털화에 대응 및 경쟁력 확보 위해, '21년 4월, 해수부에서 제1차 지능형 해상교통서비스 기본계획 수립
- (제1차 지능형 해상교통정보서비스 기본계획) e-Nav 도입 및 해상 종사자의 안전복지 제고, 국내 해상교통정보서비스 산업발전, 해외 시장 진출 등을 목적으로 4대 전략, 8개 추진과제, 29개 세부과제를 수립
- 전략 1 : 첨단 해상교통관리체계 확립
  - 전략 2 : 안전·편의 서비스 및 위기대응 지원 확대
  - 전략 3 : 국가 해양안전 플랫폼 고도화
  - 전략 4 : 산업생태계 조성 및 국제협력 주도

#### (4) 안보정책

- 국가 주요시설에 안티드론 시스템 적용이 증가하면서 관련 국내 산업도 지속적인 성장 중이며, 미래에는 대형 세미나·포럼 등에 테러 방지 목적으로 확장 적용 예상
  - 군부대뿐만 아니라 공항, 항만시설, 원자력 발전소 등 주요시설에는 안티드론 시스템이 적용되고 있고, 국가 보안을 위해 더욱 확장될 예정
  - 드론 테러는 장소와 시간을 가리지 않기 때문에 대형 행사 또는 세미나 등 주요 인물이 참석하는 곳에서도 안티드론 시스템 사용이 확대될 것으로 예상
- \* 2018년 평창올림픽 개최 당시 드론테러 방지를 위해 Hard-Kill 기술을 도입, 작전 수행
- (기술-산업 안보정책) 무인이동체에 활용될 수 있는 품목을 포함한 비전략물자들 또한 대러시아, 벨라루스 수출제한을 시행 중이며, 공공안전을 위한 제도적 기반 마련과 기술개발을 진행 중
  - (수출통제) 「전략물자 수출입고시」를 개정하여 3월 26일부터 국가전략물자로 지정되어진 품목 외에도 무인이동체에 활용될 수 있는 반도체 기반 직접회로, 반도체 관련 소부장 품목, 컴퓨터 등 비전략물자도 허가를 통한 수출이 가능하도록 통제 중
  - \* 산업통상자원부, 2022 57개품목 수출허가신청 가이드라인
  - (안전제도) 「공항시설법」이 개정되어 ‘20년 12월부터 불법드론을 퇴치·포획이 가능해졌으며, 국토부는 ‘드론 분야 선제적 규제혁파로드맵’을 발표하고 안티드론을 지원할 수 있는 방안 마련 중
    - 안티드론 법안 통과 전에는 불법드론 대응에 제약\*이 있었지만, 법안 통과 후 공항 등 국가주요시설 침입 시에 퇴치·포획 가능
  - \* 비행 중인 드론에 위협을 가하는 행위를 하면 2,000만 원 이하의 벌금형
  - ‘19년 국토부는 「국토부 규제 샌드박스 사업」의 일환으로 ‘전파

법'에서 금지했던 전파차단(재밍) 장비 도입·운영을 합법화

- 전파차단·교란(재밍)을 통한 드론 제압장비 개발·실증사업을 추진하여 육군, 경찰 등에 공급할 예정

\* 출처 : 국토교통부 보도자료, 드론 규제, 미래 내다보고 선제적으로 개선합니다, 19.10.

- (안보관점 기술개발) 증가하는 드론 위협으로 인해 안보 목적의 국방 R&D 정부연구개발사업의 일환으로, C-UAS기술의 부문별 개발 수행 중

- LIG넥스원\*는 '20년 항공안전기술원과 드론 규제 샌드박스 협약을 체결하고 **對**드론 방호시스템 실증사업을 추진하여, 빅데이터와 AI기술을 적용한 'L\_ADS\*\*'를 개발해냈으며, 레이더·RF 스캐너 등의 센서를 사용하여 탐지의 정확성을 높임

\* `18년부터 탐지거리 능력 향상과 전원 공급 장치가 일체형으로 개발된 국지방공레이더 양산을 591억 원에 계약하여 2021년까지 양산

\*\* L\_ADS 장비는 Data 서버에 수집된 센서 데이터를 사용하여 드론의 탐지 정확도 향상과 탑재된 교란 장치를 사용하여 보호구역 밖에서도 Soft Kill 형태의 드론 교란 가능

- (주)한화\*는 국방과학연구소(ADD)가 주관하는 C-UAS임무가능 '레이저 대공무기 체계 개발사업' 시제업체로 '19년 선정되어 기술을 개발·시제 제작 중이며, ETRI와 표적(드론) 탐지능력 향상 기술 공동연구 수행

\* 레이저를 표적드론에 직접 조사하여 무력화시키는 레이저대공무기(Block-1)체계 사업에 시제업체로 참여하고 핵심인 광섬유레이저 발진기 및 파장제어·빔결합기술도 별도로 연구 진행 중

## 다. 인프라 관련 법제도 동향

### (1) 공중

- (주파수) 우리나라는 재난·사고 대응과 예방의 관점과 사회안전망 강화와 다양한 공적 서비스 확대에 초점을 맞추어 무인항공기의 임무용 주파수의 할당 및 비면허 주파수 대역을 관리하고 있음
  - 무인항공기 규제 프리존 등이 지정되어 드론의 시험공역이 확대되었으나, 주요 주파수(2.4 / 5.8 GHz)에 대한 출력이 제한되어 장거리 시험에는 한계
  - 허가 없이 운용할 수 있는 무선국용 무선설비 기술기준(과학기술정보통신부 고시)에 적합하여야 하며, 무선설비의 적합성 평가를 통해 기술기준 적합성 인증 또는 등록된 주파수에 대해 사용 허가 또는 신고 없이 운용할 수 있음

구 분		주파수		유럽	미국	일본	한국
비면허 대역	제어용 및 임무용	2.4GHz/5.8GHz 대역 등	분배폭(MHz)	233.5	259.5	88.5	283.5
			최대출력(W)	0.1	4	0.6	1
전용 대역	제어용	지상 5GHz 대역	분배폭(MHz)	61	61	61	61
			최대출력(W)	10			
	임무용	5GHz 대역	분배폭(MHz)	–	–	–	2520
			최대출력(W)	–	–	–	59
총 분배폭(MHz)				294.5	320.5	149.5	2923.5

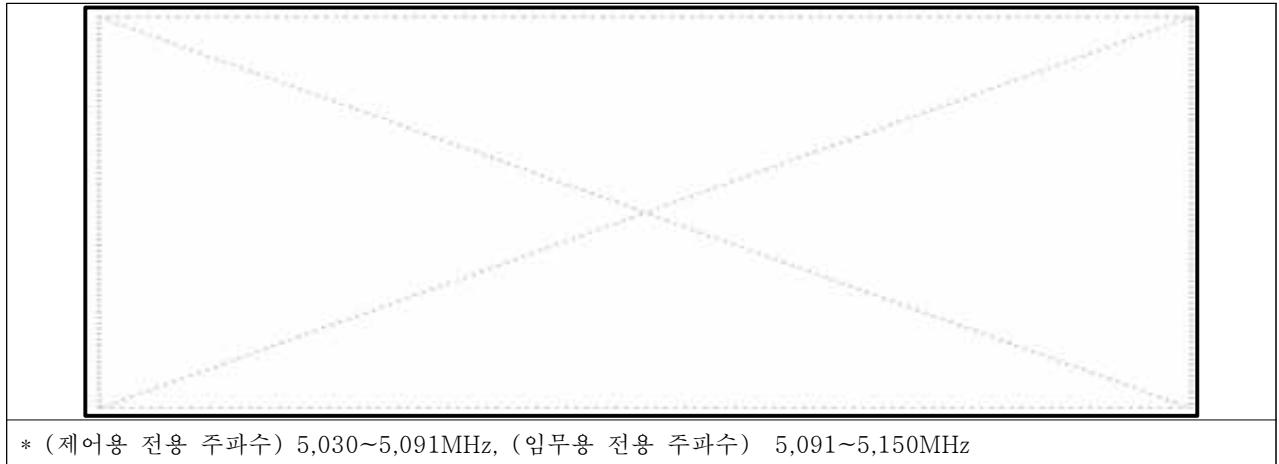
\* 출처 : 항공업무용 무선설비의 기술기준, 2018.7. 일부개정 · 시행

- 우리나라는 제어용 주파수 일부를 제외하고 임무용 전용 주파수가 분배되어 있지 않아서 비면허 주파수를 주로 사용하고 있다.
  - 제어용은 무인항공기 용도별로 일부 전용 주파수가 분배되어 있으나 비면허 주파수(2.4GHz) 또는 항공기 제어주파수(5.0GHz)와 함께 쓰이고, 위성을 위한 제어용 전용 주파수는 분배가 안되어 있음
  - 임무용은 무인항공기나 위성 모두에서 비면허대역인 5725~

## 5850MHz(125MHz 대역)을 활용

- 무인항공기 규제 프리존 등이 지정되어 드론의 시험공역이 확대되었으나, 주요 주파수(2.4 / 5.8 GHz)에 대한 출력이 제한되어 장거리 시험에는 한계가 있음

[그림 2-6] 무인항공기 용도별 주파수 이용 현황



\* (제어용 전용 주파수) 5,030~5,091MHz, (임무용 전용 주파수) 5,091~5,150MHz

\* 출처 :미래창조과학부, ICT 융합 신산업 활성화를 위한 무인항공기 주파수 공급, 2016.12.

<표 2-23> 국내외 무인항공기 주파수 및 출력기준 비교

구 분		주파수		유럽	미국	일본	한국
비면허 대역	제어용 및 임무용	2.4GHz/5.8GHz 대역 등	분배폭(MHz)	233.5	259.5	88.5	183.5(→283.5)
			최대출력(W)	0.1	4	0.6	1
전용 대역	제어용	지상	분배폭(MHz)	61	61	61	61
		5GHz 대역	최대출력(W)			10	
	임무용	위성	분배폭(MHz)	–	–	–	0(→2520)
		5GHz 대역	분배폭(MHz)	–	–	–	0(→59)
총 분배폭(MHz)				294.5	320.5	149.5	244.5(→2923.5)

\* 출처 :미래창조과학부, ICT 융합 신산업 활성화를 위한 무인항공기 주파수 공급, 2016.12.

□ (항법) 위성항법(GNSS)이 주로 사용되고 있으며 RTK(Real Time Kinematics)등의 보강기술이 도입되어 기간통신(LTE·5G)과 디지털 맵을 활용한 항법기술이 시범적으로 활용되고 관련연구가 진행

- 국토교통부에서는 측위 인프라 구축의 일환으로 '20년까지 유·무인항공기 안전운항 지원을 위한 송전탑 등 장애물 정보를 포함하는 3차원 정밀지도 구축을 추진
- 항우연을 연구개발 총괄사업자로 선정하여 우리나라로 세계 7번째 위성항법보정시스템(SBAS) 개발구축 사업\*을 시작

\* 한국형 정밀 GPS 위치보정시스템(KASS)으로 국제민간항공기구(ICAO)에 공식 등재

– SBAS(Satellite Based Augmentation System) : GPS 등 위성 항법시스템의 오차정보를 실시간으로 보정하여 정확한 위치정보를 제공하는 ICAO 국제표준 시스템

\* 출처 : 국토교통부 보도자료, 항공기 결항 줄이고 안전도 높이는 KASS 구축 본격화한다, 2019.7.

□ (관제) 국토교통부는 포스트코로나 이후의 항공교통에 대비, 첨단 항행안전시설 개발·구축 등 발전을 위한 「제1차 항행안전시설 발전 기본계획('21~'25)」을 마련하고자, 「항공정책위원회」의 심의를 거쳐 최종 확정

#### 【 제1차 항행안전시설 발전 기본계획 요약 】

▶ (주요내용) 첨단 항행시스템 개발구축, 항행안전시설 확충·현대화 등 4대 전략, 16개 단위과제, 105개 세부 사업 추진

▶ (기간/총사업비) '21 ~ '25(5년) / 4,766억 원(국토부/공항공사)

▶ (기대효과) ① 항공기 1백만대(1,056천대\*) 운항이 가능한 항행안전 환경 조성 ② 유·무인기 조화로운 항행기반 마련 ③ 첨단 항행시설 개발·수출 지원

\* IATA 항공운송 회복('23) 후 '25년 '19년 대비 20%↑(제주남단 17% 증)

□ 국토교통부는 드론비행 모니터링 및 충돌방지 등 다수 드론의 안전비행을 지원하는 시스템으로, 향후 다가올 드론배송 및 드론택시 시대의 핵심 인프라로 간주하여 K-드론시스템 실증사업 및 R&D 진행 중

- (인프라 구축) 국토부, 과기정통부, 전자기술연구원, 도로공사, ITS K, TTA 합동으로 C-ITS 공동작업반 구성하여 전국 도로망의

## 차세대 지능형 교통체계 구축 계획 예정

<표 2-24> 항공기용 항공교통관리시스템(ATM)과의 비교

항공교통관리시스템(ATM)		K-드론시스템(UTM)
지표~국가 공역	대상 고도·공역	지표~150m(500ft)↓
정부	교통관리 수행주체	민간사업자
유인(관제사 음성 기반)	지시전달 수단	무인(데이터 기반)
1:1	교통관리 방식	1:多
전용 통신망(VHF, UHF 등)	통신 기반	상용 통신망(LTE 등)
공항 출·도착 비행정보 및 항공기상정보 제공 등	제공 내용	비행승인 프로그램, 실시간 모니터링, 비행금지구역 설정 등

\* (ATM) Air Traffic Management, 항공교통관제사 기반 공역·교통흐름 관리 업무

\*\* (UTM) Unmanned aerial system Traffic Management, 데이터 기반 무인기 관제 체계

\* 출처 : 국토부·과기정통부 합동 보도자료, (조간)C-ITS 본사업 시동, 2021.8.

- 현재 항공기는 항공교통관제사가 제공하는 관제지시(비행방향, 고도 등)를 조종사가 수행하는 방식으로 비행을 관제
  - 드론의 경우 관제업무도 제공하고 있지 않으므로 가시권 밖 비행의 경우, 다른 비행체 또는 장애물과의 충돌 예방, 기상정보 및 비행경로 상 안전정보를 제공해 줄 수 있는 수단이 필요
- K-드론시스템을 활용시 USS\*가 LTE·5G 등 무선데이터를 통해 주변 드론과의 간격분리, 비행경로상 안전 모니터링, 기상 및 기체정보 등을 제공할 수 있어 비행안전성 향상 및 다수의 드론을 동시운용 할 수 있음

\* (USS) UTM Service Supplier, 드론사용자에게 교통정보 등을 제공하는 사업자. 미국의 경우 에어맵, 키티호크 등 9개의 업체가 FAA로부터 승인 획득('20.5)

## (2) 육상

- (주파수) 무인이동체 및 자율주행차량의 발전에 필요한 주파수를 선제적 공급하고 고해상도 레이다 및 무인체 식별 등의 핵심기술과 신규 서비스를 위한 전파환경 감시체계 및 기술규제 완화를 골자로 하여 주파수 확보 계획
  - (주파수 규제 개선) 용도가 지나치게 세분화되어 신규 서비스 도입이 어렵게 하였던 용도분류를 포괄식으로 개정하여 고시 개정 없이 신기술 도입 가능하여짐
  - (주파수 규제 개선) 규제 필수사항(출력·불요파) 이외에 기술기준 항목은 표준으로 위임하도록 하여 혼간섭을 방지하고 기술 표준 변경 시 고시 개정 없이 신기술 도입 가능하여짐
  - (주파수 대역 변경) 도로정보감지 레이더용 주파수 : 34GHz대역, 600MHz폭, 차량충돌방지 레이더용 주파수 24.27~24.70MHz, 76GHz~81GHz임
  - (추가분배) 기존 대역의 회수·재배치를 통해 차량 간, 차량-인프라 간 전용 주파수 대역(5.9GHz대역 70MHz폭, 7개 채널)을 확보
    - \* (C-ITS) 5.85~5.925GHz를 지능형교통시스템 주파수로 할당
    - \* 출처 : 과기정통부, 제3차 전파진흥기본계획(`19~`23), 2019
- (항법) 국토교통부는 자율주행의 핵심 인프라인 정밀도로지도의 구축범위를 확대하여 '22년까지 전국 일반국도 약 14,000km의 정밀도로지도 구축을 완료할 계획이며, 도로의 신설 및 보수 등 도로 공사시 정밀도로지도를 함께 구축 중
  - 정밀도로지도(축척 1:500)는 차선\*, 표지, 도로시설 등 도로와 주변시설을 3차원으로 표현한 정밀 전자지도로, 자율주행 기술개발과 이를 위한 차량-도로 간 협력주행체계(C-ITS)\*\*의 기본 인프라로 활용
  - '20년 수도권을 시작으로 일반국도 확대 구축을 착수하였으며, '21년

정부 예산안(160억 원) 반영을 통해 수도권, 강원권, 전라권, 경상권 등 4개 권역의 일반국도 정밀도로지도를 제작할 예정

- 현재까지 전국 고속국도 및 주요도심 등 약 6천km와 함께 '22년 말 기준으로 전국 간선도로를 중심으로 약 2만km의 정밀도로지도가 구축될 계획
  - (관제) 국토교통부와 과학기술정보통신부는 차세대지능형교통체계(C-ITS)의 전국 구축계획에 대해 협의를 통해 공동으로 주관하는 C-ITS 공동작업반을 구성하여 C-ITS 전국 구축을 목표로 계획 수립 및 진행 예정
  - (인프라 구축 예정) 국토부, 과기정통부, 전자기술연구원, 도로공사, ITSK, TTA 합동으로 C-ITS 공동작업반 구성하여 전국 도로망의 차세대지능형교통체계 구축계획 예정
  - LTE-V2X 방식을 실증(~'22)하고 일부 고속도로에 병행방식(WAVE+LTE-V2X) 시범사업(~'23)을 거쳐 '24년 이후 단일표준을 전국으로 확산하는 단계적 계획을 수립
    - WAVE 방식은 올해 4분기부터 구축에 착수하고 LTE-V2X 방식은 실증 종료('22년말 예상) 즉시 구축에 착수 예정
- \* 출처 : 국토부·과기정통부 합동 보도자료, (조간)C-ITS 본사업 시동, 2021.8.

### (3) 해양

- (주파수) 과기부와 해양수산부는 부처공동으로 무인선용 통신 주파수 할당을 위한 무인선용 통신 서비스 요구분석 및 후보 주파수 전파 특성 검토를 통한 무인선용 주파수 분배를 추진할 계획
  - (주파수 분배) 무인선용 통신 주파수 할당을 위한 장거리-대용량 데이터 통신 서비스 요구분석 및 후보 주파수 전파 특성 검토 필요
    - 파도, 해면반사 등으로 인해 무인선 제어·임무용 주파수는 지상/공중과 특성이 다름
    - 무인선 후보대역 발굴을 위해서 통신 용량, 통신 커버리지 등을 고려시, 무인선의 제어용으로 400MHz 대역, 데이터 전송속도, 사용량 등을 고려하여 데이터 전송용은 2.5~2.6GHz 주파수 분배 및 무선국 현황을 검토
  - \* 출처 : 국립전파연구원, 해상·항공 기술기준 체계정비 및 전파품질 향상방안 연구, 2017.12.
- (항법) ‘한국형 e-Navigation(’16~’20)’ 연구개발 완료 및 지능형 해상교통정보서비스의 제공 및 활성화에 관한 법률(지능형해상교통정보법) 시행에 따라 2021.1.30.부터 서비스 본격 시행
  - ‘한국형 e-Nav 구축사업’(’16~’20, 1,308억 원)을 통해 세계 최초로 바다내비게이션 서비스 상용화 및 디지털 해상교통정보 시장 진출 기반 조성
    - 초고속 해상무선통신망(기지국 263개소, 송수신장비 621식) 및 전국 서비스 제공을 위한 9개 센터(중앙 1·권역 6·통신망 2) 등 구축
    - 선박충돌·좌초 등 해양사고 위험성 분석 및 경보, 최적항로 지원, 차세대 전자해도 등 해양안전관련 정보의 취합·분석·서비스 기술 개발
    - 제도 조기 정착을 위해 15,500척 대상 선박용 전용 단말기 보급

## 추진(~'19)

- (관제) 통신 및 선박기자재 분야에 대해 출연연구소, 대학과 산업체의 협동연구를 통해 기술개발과 실증이 이루어지고 있음
  - (원격관제기술) 한국해양대, ETRI, LG CNS 등 다양한 주체가 협업을 통해 국제표준 기반의 항로교환 형식 원격관제 및 안전항로 제공 시스템 개발
    - (한국해양대-ETRI) 항로교환을 통한 자율운항 선박 원격관제 시스템 개발
    - (한국해양대-LG CNS) MASS 운항정보시스템의 설계 및 구현, NDDS(Navigation Data Distribution System) 개발 및 데이터 수집, 처리, 육상 연계기술 실증 완료. 향후 육상제어 운항기술의 시범운항 예정
    - (한국형 e-Navigation 사업단) 국제표준에 근거한 항로교환형식의 안전항로제공 서비스 개발 중이며, 덴마크 해사청(DMA), 스웨덴 해사청(SMA) 등과 함께 항해 안전정보(MSI) 데이터 모델링 표준 개발
    - (ETRI-현대중공업) 원격유지보수 서비스 기술 적용 스마트선박 개발 완료. AI 기반 자율 운항 시스템 개발 및 공통해사정보모델 기반 항로 교환정보 국제표준 개발
    - (한국자율운항선박포럼) 선박-육상 간 정보교환, 자율운항선박 관제를 위한 국내 산업표준 개발 중

\* 출처 : KISTEP, 기술동향브리프 06호 자율운항선박, 2020

### 2.1.3. 국내 정책 현황

<표 2-25> 국내 정책 변동사항 및 시사점

구분	무인이동체 기술로드맵 1.0(2017)	무인이동체 기술로드맵 2.0(2022)
국내 정책 현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>미래형 항공기 기술개발 로드맵 (미래부)</li> <li>스마트 자동차 기술개발 로드맵 (국토부)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2022년도 무인이동체 기술개발 시행계획(과기부)</li> <li>제3차 항공산업발전 기본계획 ('21~'30) (관계부처합동)</li> <li>드론산업 육성정책 2.0(관계부처합동)</li> <li>드론산업 경쟁력 강화 방안(관계부처합동)</li> <li>국방 드론 로드맵(국방부)</li> </ul>
과기부	<ul style="list-style-type: none"> <li>미래형 항공기 기술개발 로드맵을 통해 산업기술 경쟁력을 제고하고, 항공기 제품 경쟁력을 강화하여 시장점유율 확대 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 기술개발 사업을 추진하는 한편, DNA+ 드론기술개발로 원천기술 뿐 아니라 활용서비스 분야의 핵심기술로 범위 확대</li> <li>성충권 드론 등 차세대 무인이동체 실증기 개발 추진</li> </ul>
국토부	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트 자동차 기술개발 로드맵을 통해 관련 인프라 조성, 안전도 향상, 생태계 조성, 기업육성 지원 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>K-UAM 로드맵을 통해 도심형 항공교통을 체계화하기 위한 제도개선, 인프라 구축, 실증사업, R&amp;D 지원 추진</li> </ul>
산업부	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>수송기기기술개발 사업을 통해 자율주행, 친환경모빌리티, PAV, 자율선박, eVTOL 등 차세대 모빌리티를 위한 핵심기술 개발 추진</li> </ul>
국방부	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>국방부 드론 로드맵을 발표하여 미래 전장환경에 적합한 공통 드론 플랫폼을 제시, 관련 공통기술의 개발계획 수립</li> <li>군의 안정적 수요와 기술개발 지원으로 군의 활용뿐 아니라 국가 드론산업 발전에도 기여 목표</li> </ul>
부처공동	—	<p><b>제3차 항공산업발전 기본계획</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>국산화 소요 핵심부품 발굴</li> <li>부품산업 경쟁력 확보</li> </ul> <p><b>드론산업 육성정책 2.0</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우수기업을 집중 지원하여 국가대표 기업 육성</li> <li>드론활용 서비스모델 상용화 개시</li> </ul> <p><b>드론산업 경쟁력 강화 방안</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>드론산업 경쟁력 강화방안 마련</li> </ul>
시사점	<ul style="list-style-type: none"> <li>(다부처 공동) 무인이동체 산업발전을 위해 부처합동 정책이 증가하고 있고, 과기부는 원천기술, 국방부는 국방특화기술, 국토부는 인프라조성, 산업부는 활용기술 등의 다부처 정책을 추진하여 원천기술-부품-실증기-기업지원 및 인력양성 등 산업생태계 관점에서 정책지원 중</li> <li>(과기부) 원천기술개발과 함께 DNA+사업을 통해 활용서비스 분야 기술개발도 추진하고 있으며, 성충권 드론 등 미래형 플랫폼 개발하여 시장선점 추진 중</li> <li>(국토부) 도로 인프라 및 안전규제 중심에서 UAM 인프라 확충과 선제적 규제 개선을 위한 정책 추진 중이고, 교통시스템 통합 관점에서 기술개발 추진 중</li> <li>(산업부) 자율주행차, 친환경 모빌리티, PAV, 자율선박 등 미래 수송기기 핵심기술개발을 추진하고 있으며, 산업계 수요를 반영하여 카고드론, 안티드론 등의 핵심기술 개발사업 추진 중</li> <li>(국방부) 무인무기체계의 확대로 군용 드론의 공통기술개발 전략을 수립하고, 이를 통해 군의 무기체계를 고도화할 뿐 아니라, 민간기술개발을 지원하여 무인이동체 산업육성에도 기여</li> </ul>	

## 가. 총괄

□ 부처 간 협업을 통한 기술개발 확대추세로 과기정통부는 원천기술, 국방부는 국방특화기술, 국토부는 인프라 조성, 산업부는 실증기 개발 등 기술개발 정책 추진 중

○ 최근에는 공공시장을 넘어 민간시장 확대를 위한 각종 서비스 등 사업모델 개발·확대 추진 중

**<표 2-26> 국내 무인이동체 관련 부처별 정책 동향(1)**

구분	2022년도 무인이동체 기술개발 시행계획	제3차 항공산업발전 기본계획 ('21~'30)	드론산업 육성정책2.0
부처	과기부	관계부처합동	관계부처합동
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 최고 성능의 성층권 드론 개발과 해당 시장을 선점하기 위한 기술 확보</li> <li>육해공 무인이동체 혁신인력양성</li> <li>새로운 비즈니스 플랫폼 고도화</li> <li>국내 드론산업 경쟁력 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>글로벌 항공시장에서의 경쟁력 강화를 위한 기존 항공산업 고도화</li> <li>미래항공 대응을 위한 신개념 비행체 생태계 조성</li> <li>군용 항공기 개발사업시 국산화 소요 핵심부품 발굴 및 국산화 추진으로 부품산업 경쟁력 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>우수기업을 집중 지원하여 국가대표 기업 육성</li> <li>드론활용 서비스모델 상용화 개시</li> </ul>
전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>성층권 장기체공 드론기술 개발</li> <li>육해공 무인이동체 분야 혁신인력양성</li> <li>무인이동체 원천기술개발</li> <li>DNA+드론기술개발</li> <li>불법드론 지능형 대응기술개발</li> <li>33MHz 기반 드론 응용 통신 기술개발 및 실증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업위기 극복을 위한 지원 인프라 강화</li> <li>시장 경쟁력 강화 및 부품산업 고도화</li> <li>UAM/AAM 생태계 조성 및 산업융합 촉진</li> <li>항공 선진기술개발로 산업 고도화 기여</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>우수기업 육성을 통한 공공조달 제도 개선</li> <li>투자·지원 확대를 통한 기업 성장동력 제공</li> <li>실증기반 강화를 통한 상용화 촉진</li> <li>성공모델 발굴을 통한 활용시장 확대</li> </ul>
과제	<ul style="list-style-type: none"> <li>가벼운 기체, 극한환경용 부품 및 소모동력이 작은 비행기 설계 기술 확보</li> <li>체계종합 및 설계</li> <li>비행체 기술 개발</li> <li>추진장치 개발 및 시험</li> <li>핵심기술 연구로 다중화 및 신뢰성 향상</li> <li>대학원 협동과정 등 설립하여 고등전문인력양성</li> <li>신개념 설계/ 개발 교육 인프라 구축하여 산업현장인력 보수교육 추진</li> <li>공통부품기술 개발과 통합운용 체계 구현</li> <li>지상/공중기반 대응 통합시스템 및 드론 포렌식 시스템의 상시설계와 시제품 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>항공 전문인력 등 미래기술인력 양성</li> <li>군 완제기 개발과 연계한 항공산업 육성</li> <li>수출용 완제기 경쟁력 강화 및 구성 품 국산화를 통한 수출경쟁력 강화</li> <li>친환경 항공기 체계 개발 기술 확보를 통해 친환경 항공기 산업 육성</li> <li>UAM/AAM 핵심부품 개발 및 표준화 체계 마련</li> <li>미래 비행체 지상/비행시험 인프라 구축 및 실증 사업 추진</li> <li>유무인 복합운용체계 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>입찰자격 개선으로 국산기술 보유업체 집중 지원</li> <li>드론특별자유화구역에서 실증 완료시 수의계약 허용</li> <li>수요기관 컨설팅 지원</li> <li>핵심부품 국산화 추진</li> <li>안전성 시험 및 현장실증 기회를 수도권 중심으로 확대하고 시험·실증 확대</li> <li>조기 상용화와 드론비행 관련 선제적 규제개선</li> </ul>
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 관련 원천·핵심기술 확보</li> <li>비즈니스 모델 개발 및 시장 창출</li> <li>세계 최고 성능의 드론 개발과 시장 선점</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 항공 선진국 대열로 진입과 함께 기술 자립화 실현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>글로벌 시장을 선도하는 K-드론 브랜드 기업 육성</li> </ul>

## <표 2-27> 국내 무인이동체 관련 부처별 정책 동향(2)

구분	드론산업 경쟁력 강화 방안	국방 드론 로드맵
부처	관계부처합동	국방부
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 드론 활용시장이 세계드론 시장을 주도</li> <li>• 세계 드론시장 7대 강국으로 도약하기 위한 드론산업 경쟁력 강화방안 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4차 산업혁명과 관련된 대표적 신 기술, 신 산업 분야인 국방 드론 개발을 선도하기 위한 핵심기술을 도출하고 기술 확보 전략을 제시</li> </ul>
전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상용화 모델 발굴 지원</li> <li>• 안전한 드론운용 환경 조성</li> <li>• 상용화 지원 인프라 확대</li> <li>• 드론산업 발전 기반 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 군용 드론에 활용될 공통기술개발 전략 제시</li> <li>• 회전익 드론 공통 플랫폼과 임무장비 기술 개발</li> <li>• 미래국방용 드론(곤충형 멀티 드론, 조류형 멀티드론, 모함 드론, 디목적 공통 플랫폼 드론) 기술 개발</li> <li>• 군주도/민간주도/민군협력 기술로 유형화 제시</li> </ul>
과제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 규제 없는 실증 확대를 통한 상용화 촉진</li> <li>• 드론 레저산업 육성 지원</li> <li>• 공공조달 판로 확보 지원</li> <li>• K-드론시스템 실용화 촉진 지원</li> <li>• 드론활용 분야 상용화 지원</li> <li>• 도심 내 안전한 드론 운용을 위한 비행기준 마련하고, 불법드론 관리 및 대응강화(안티드론)</li> <li>• 드론사고 대응력 제고</li> <li>• 드론 보안 강화와 적정 보험료 합리화</li> <li>• 드론개발 인프라 구축으로 원스톱 지원</li> <li>• K-UAM 테스트베드 구축</li> <li>• 통신 인프라 확대 기반 마련</li> <li>• 주소기반 드론 배달점 지정 확대</li> <li>• 원격차율비행 드론 운용이 가능한 인력 양성체계 마련</li> <li>• 드론산업 실태조사 정기화, 중장기 계획 수립</li> <li>• UAM 기술경쟁력 강화와 해외시장 진출 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D 프린팅 기반 초경량/고강도/복잡형상 섬유강화복합소재 제조 기술</li> <li>• 군운용지역 기반 내구시험 단축화 기술</li> <li>• 황화물계 전고체 기반 무음극 고에너지밀도 이차전지 시스템</li> <li>• 난연, 고안전성 핵수 전해질 및 전지 기술</li> <li>• 초광대역 주파수 집성 헤지밍 통신기술</li> <li>• 고효율 AI 반도체 기반 고속·고정밀 사물인식 및 추적지원 플랫폼 개발</li> <li>• 초분광 기반 복합위협 인지기술</li> <li>• 디중임무를 위한 영상추적형 소형 자폭무인기 기술연구</li> <li>• 20W급 W-band 고출력 증폭기 및 송수신기 개발</li> <li>• 항공용 고출력 경량 SAR 안테나 기술</li> <li>• 투발형 소형 드론 시스템 개발</li> <li>• 직총돌형 소형 드론시스템 개발</li> <li>• 드론을 이용한 지면 폭발물 실시간 광역 공중탐지체계 개발</li> <li>• 소형 지표면 화학오염 탐지센서 기술</li> </ul>
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 드론시장 규모 확대와 세계 7위권 드론강국으로 도약</li> <li>• 사용화 성공모델 지속 확대 발굴하여, 관련 일자리수 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 드론 등 신기술을 적극 도입하여 미래위협에 대비함과 동시에 군의 안정적 수요, 기술개발 지원 등으로 연구인력, 설비 등을 유지하며 경쟁력 측면</li> </ul>

## 나. 국내 부처별 정책동향

### (1) 과기부

- '무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략', '무인이동체 발전 5개년 계획', '무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵' 등을 발표하여 무인이동체 강국 도약을 위한 국가적 지원·육성 본격화

#### □ 무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략 ('15.5. 과학기술자문회의)

- 과학기술자문회의에서 무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략을 수립하여 무인이동체 개발에 대한 논의 본격화
- 글로벌 무인이동체 산업 강국 실현을 위한 비전을 토대로 전략제품 시장경쟁력 강화, 미래선도 기술력 확보, 성장지원 제도·인프라 구축을 포함한 3대 추진전략과 9대 과제 제시

<표 2-28> 무인이동체 기술개발 및 산업성장 추진전략

1. 전략제품 시장경쟁력 강화	2. 미래선도 기술력 확보	3. 성장지원 제도·인프라 구축
<ul style="list-style-type: none"><li>① 무인기 시장 성장동력 확충</li><li>② 자율주행 자동차 부품 경쟁력 강화</li><li>③ 무인 농업·해양건설 산업화 촉진</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>① 무인이동체 공통</li><li>② 차세대 무인이동체 원천기술개발</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>① 법·제도 정비 및 확충</li><li>② 실증 및 테스트 지원</li><li>③ 주파수 분배 및 기준 마련</li><li>④ 범국가적 추진체계 구축</li></ul>

- (DNA+ 드론기술개발) D(데이터), N(네트워크), A(인공지능)와 드론의 융합기술개발을 통해 非가시권·자율비행·원격운용 등이 가능한 실시간(저지연) 데이터처리 기반 드론 활용 서비스 창출
  - 5G를 활용하여 실시간 획득한 임무데이터를 인공지능학습으로 분석하고, 응용서비스를 제공하는 개방형 플랫폼을 구축하여 이를 실증하는 한편, 관련 규제도 선도적으로 발굴

#### □ 무인이동체 발전 5개년 계획 ('16.6. 국가과학기술심의회)

- '무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략' 후속조치로 향후 5년간의 세부 추진계획을 수립하여 정부의 체계적인 개발 및 지원방안을 마련

- 동 계획의 목적은 드론을 포함한 무인자율화 이동체에 대한 경쟁력 확보와 글로벌 시장진입을 위한 무인이동체 발전 전략을 추진

□ 무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵 ('17.12. 과기부)

- 무인이동체의 공통 핵심기술을 6개로 분류하고, 이에 따라 드론을 5대 플랫폼으로 구분하여 세부 기술 및 제품에 대한 10개년 기술개발 로드맵 제시

□ 2022년도 무인이동체 기술개발 시행계획 ('21.12. 과기부)

- 2022년도 과기정통부 무인이동체 기술개발 시행계획을 확정하여 성층권 장기체공 드론 기술 개발, 육해공 무인이동체 분야 인재 양성 등 시장 공략과 산업 생태계 조성 제시
  - (성층권 드론 기술개발) 성층권에서 20kg 이상 임무장비 탑재 후 1개월 이상 연속 제공할 수 있는 태양광 무인기를 개발

<표 2-29> 상시 재난 감시용 성층권 드론 기술개발사업 내용

세부과제	세부 내용
체계종합 및 설계	개발 요구도 수립, 비행체·지상통제 장비 제작, 프로펠러 기술, 형상설계 및 공력해석, 초경량/고강도 기체구조 설계, 구조건전성 입증 위한 정적구조시험 및 동특성 시험 등
비행체 기술 개발	제어/전장 시스템 설계, 동력 시스템 제작, 비행제어/유도 기술개발, OFP 개발, 탑재 전장 시스템 개발, 통신링크 및 임무장비 요구도 설정, 통신/임무시스템 제작 등
추진장치 개발 및 시험	인버터 및 태양전지 출력 조절기 설계, 전기 추진 장치 제작, 비행시험 수행 등
핵심기술 연구	운용 성능해석, 공탄성 및 서보공탄성, 방빙 및 제빙 기술, 다중화 및 신뢰성 향상 등

- (육해공 무인이동체 혁신인재양성) 육·해·공 무인이동체 혁신인재 양성 및 최적설계 기술 보편화를 통한 무인이동체 산업 생태계 혁신 촉진

### <표 2-30> 육·해·공 무인이동체 혁신인재양성 사업 내용

세부과제	세부 내용
대학원 협동과정 등 설립	기존 학과틀에서 벗어난 형태의 육해공 무인이동체 전반을 아우르는 융복합 교육이 실현 가능한 학과 설립 및 운영
고등전문인력양성	기존 학과틀에서 벗어난 형태의 육해공 무인이동체 전반을 아우르는 융복합 교육이 실현 가능한 학과 설립 및 운영
신개념 설계/개발 교육 인프라 구축	전국 단위 산학연관이 참여하여 활용분야 전공학생도 주어진 임무에 최적화된 무인이동체 설계를 용이하게 수행할 수 있도록 도와주는 설계/개발 교육 인프라 구축
산업현장인력 보수교육	보수교육을 담당할 산업체 인력양성 센터를 설립하고 산업체 수요기반의 보수교육 프로그램을 개발하여 출연연, 대학 등이 보유하고 있는 핵심기반 기술을 단기간에 산업현장으로 파급 유도

### (2) 관계부처 합동

- ‘제3차 항공산업발전 기본계획’, ‘드론산업 육성정책2.0’, ‘일상 속 드론 상용화 지원을 통한 드론산업 경쟁력 강화 방안’ 등을 발표하여 국내 무인이동체 시장 규모 확대 및 선점을 위한 활발한 지원

### □ 제3차 항공산업발전 기본계획('21~'30) ('21.2. 관계부처합동)

- 항공산업의 합리적인 지원 및 육성을 위해 10년 단위의 장기적이고 종합적인 기본계획으로 향후10년간의 항공산업 발전정책을 효율적이고 체계적으로 운용하기 위한 정책 방향과 지원과제 제시
  - 1차 항공우주산업개발기본계획('99~'09)은 민항기 부품 생산기지화 및 완제기 생산국가 도약을 목표로, 2차 항공산업발전기본계획('10~'20)은 항공산업 글로벌 7 도약을 위한 목표로 추진전략과 과제를 제시
- 항공산업 고도화 및 선진화로 2030년대 항공 G7 진입을 위한 비전을 토대로 인프라 효율성 제고, 기존항공 고도화, 미래항공 융합촉진, R&D 선진화의 추진방향으로 4대 전략과 12대 과제 제시

**<표 2-31> 제3차 항공산업발전 추진전략**

1. [인프라] 산업위기 극복을 위한 지원 인프라 강화	2. [기존항공] 시장 경쟁력 강화 및 부품산업 고도화	3. [미래항공] UAM/AAM 생태계 조성 및 산업융합 촉진	4. [R&D] 항공 선진기술개발로 산업 고도화 기여
<p>① 코로나 19 위기대응을 위한 금융지원 제도 마련</p> <p>② 산업발전을 위한 법령 및 연관 제도 개선</p> <p>③ 산업 생태계 경쟁력 제고 및 인프라 조성 지원</p> <p>④ 범부처 협력을 통한 항공산업 발전 추진 정책 극대화</p>	<p>① 완제기 경쟁력 제고로 시장확대 지원</p> <p>② 핵심부품 경쟁력 확보를 통한 부품산업 고도화 지원</p> <p>③ 글로벌 고부가 MRO 분야 경쟁력 강화</p>	<p>① UAM/AAM 핵심 기술 확보를 통한 관련 부품산업 육성</p> <p>② 미래비행체 체계/부품 실증을 위한 시험 평가 인프라 구축</p> <p>③ 융합형 무인기 등 신시장 개척을 통한 미래 먹거리 창출</p>	<p>① 미래 기술 선제적 대응을 위한 핵심 기술로드맵 수립</p> <p>② 부처별 협력 및 R&amp;BD 강화로 성과 제고</p>

□ 드론산업 육성정책 2.0 ('20.11. 국토부)

- 국내 드론산업을 선도할 K-드론 브랜드 기업 육성과 국내 드론 활용산업 활성화를 위한 드론산업 육성정책 2.0을 발표
  - 중국산 드론과 무늬만 국산 드론이 공공분야 드론시장에 점유를 하고 있으며, 국내 대표기업의 부재로 보완을 위한 정책
- 글로벌 시장을 선도하는 K-드론 브랜드 기업 육성 비전을 토대로 공공조달 개선, 투자·지원확대, 실증기반 강화, 성공모델 발굴 및 조기상용화를 추진
  - 정부는 글로벌 드론시장을 선도하기 위해 '25년까지 국가대표 기업 2개 이상, 혁신기술 보유 유망주기업을 20개 이상 육성 예정

□ 드론산업 경쟁력 강화 방안 ('21.12. 관계부처합동)

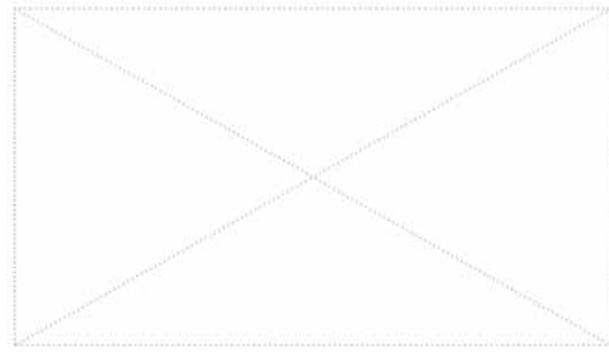
- 성장잠재력이 높고, 글로벌 선두주자가 없는 드론 활용시장의 체계적인 육성을 통해 국내 드론 활용시장이 세계 드론시장을 선도하고자 '일상 속 드론 상용화 지원을 통한 드론산업 경쟁력 강화 방안' 의결
  - 세계 드론시장 7대 강국(현재 10위권)으로 도약하기 위해 '25년

까지 상용화 성공모델 20개 발굴, 국내 시장 규모 확대를 목표로 4대 추진방향과 20개 추진과제를 마련

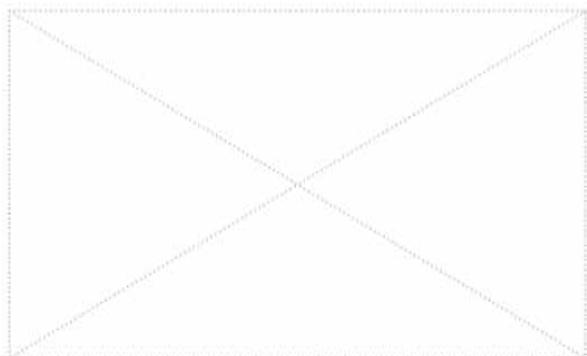
<표 2-32> 드론산업 경쟁력 강화 방안 추진전략

1. 상용화 모델 발굴지원	2. 안전한 드론운용 환경 조성	3. 상용화 지원 인프라 확대	4. 드론산업 발전 기반 구축
<ul style="list-style-type: none"> <li>① 규제 없는 실증 확대</li> <li>② 드론 레저산업 육성</li> <li>③ 공공조달 판로 확보 지원</li> <li>④ K-드론시스템 실용화 지원</li> <li>⑤ 드론활용 분야 상용화 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 도심 내 비행기준 마련</li> <li>② 불법드론 관리 및 대응강화</li> <li>③ 드론사고 대응력 제고</li> <li>④ 드론 보안 강화</li> <li>⑤ 드론 보험 합리화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 드론개발 인프라 구축</li> <li>② K-UAM 테스트베드 구축</li> <li>③ 통신 인프라 확대 기반 마련</li> <li>④ 드론 배달점 확대</li> <li>⑤ 인력 양성체계 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 드론산업 실태조사</li> <li>② 중장기 계획 수립</li> <li>③ 기술경쟁력 강화</li> <li>④ 해외 진출 지원</li> <li>⑤ 드론관리·UAM법 제정</li> </ul>

[그림 2-7] 국내 드론시장 규모

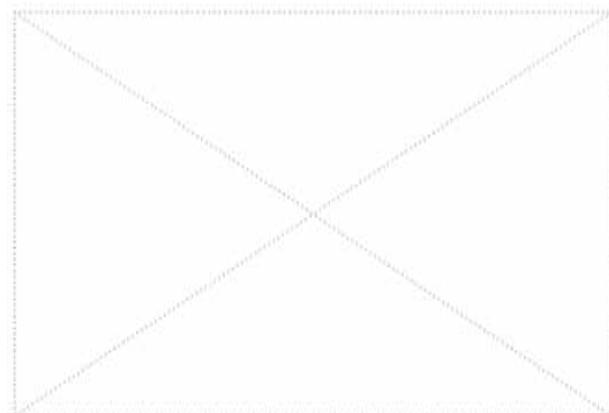


[그림 2-8] 세계 드론시장 규모 순위

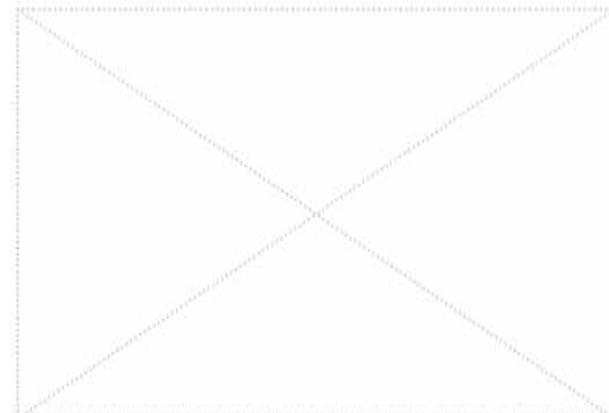


\* 출처 : 관계부처, 일상 속 드론 상용화 지원을 통한 드론산업 경쟁력 강화 방안, 21.12

[그림 2-9] 상용화 성공모델



[그림 2-10] 드론 관련 일자리수



\* 출처 : 관계부처, 일상 속 드론 상용화 지원을 통한 드론산업 경쟁력 강화 방안, 21.12

- '25년까지 시장규모 1조원으로 확대, 세계 7위권 드론강국으로

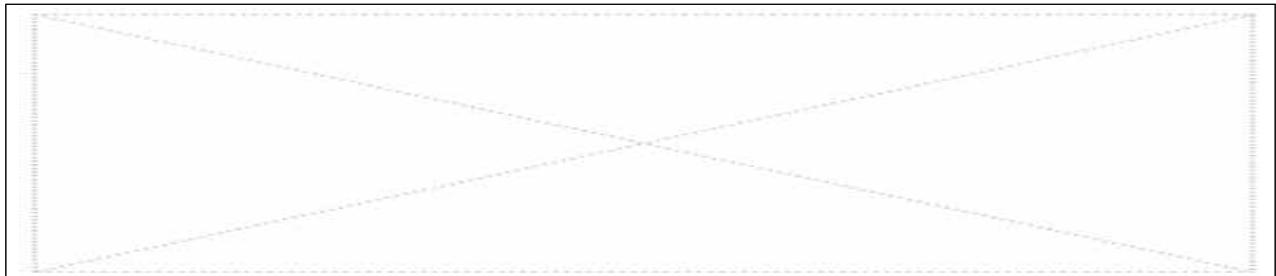
도약, 상용화 성공모델을 20개 이상 발굴, 드론 관련 일자리수가 9.2천명으로 증가하는 등의 효과 기대

#### □ 혁신성장동력 시행계획 ('18.5. 관계부처합동)

- 동 시행계획은 4차 산업혁명 대응계획 등과 연계하여 혁신성장동력 분야별 향후 5년간 중장기 로드맵, 추진체계, 분야별 규제현황 및 개선 계획, 기술분류 및 핵심기술 발굴등의 구체적 실행계획을 제시
- 혁신성장동력 시행계획의 드론 분야 목표는 '22년까지 시장규모 1조 4,000억 원, 기술경쟁력 6위, 사업용 드론 2만 8,000대 창출을 통해 일자리 4만 4,000명을 창출

\* 국산 드론 보급률도 23.6%(2017)→40%(2022)로 제고

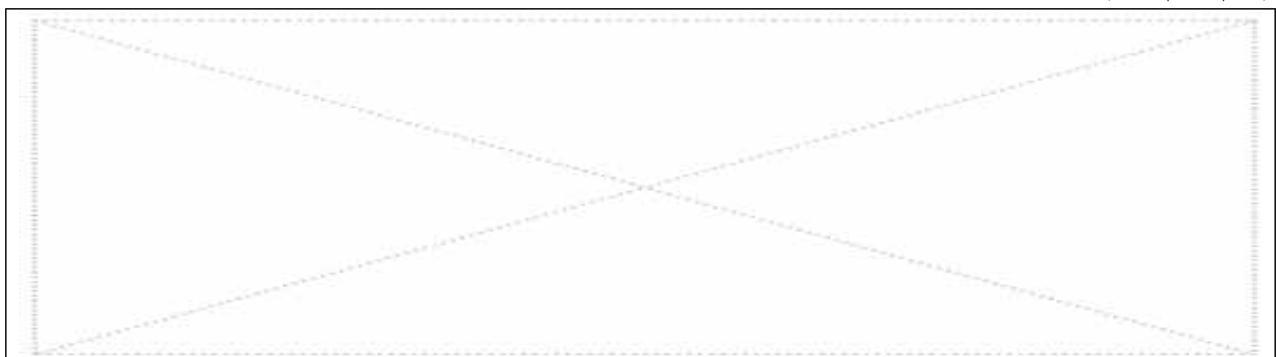
[그림 2-11] 정부의 드론 분야 혁신성장 동력 목표(2018-2022)



\* 출처 : 관계부처, 혁신성장동력 시행계획, 18.5

[그림 2-12] 정부의 드론 R&D 투자계획

(단위: 억원)



\* 출처 : 관계부처, 혁신성장동력 시행계획, 18.5

- 이를 위한 추진전략으로는 R&D 강화, 시장 창출, 민관협력 실증·시범사업 추진, 드론 안정성 인증센터 등 인프라 구축, 특별비행 승인 등 규제개선 등 제시

□ 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵 ('20.5. 관계부처합동)

- eVTOL(electric Vertical Take Off&Landing)을 도심형 항공교통 수단으로 활용하기 위한 구체적인 구체적 목표 및 실행방안 설정
- UAM 선도국가 도약 및 도시경쟁력 강화, 교통혁신으로 시간과 공간의 새로운 패러다임 변화, 첨단기술 집약으로 제작·건설·IcT 등 미래형 일자리 창출 비전 제시

<표 2-33> 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵의 목표 및 추진내용 정리

목표	주요과제	세부 추진과제	
안전화보를 위한 합리적 제도 설정	국내 실정에 맞는 운항기준 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국형 실증사업</li> <li>• 실태조사</li> <li>• 지역사회 수용성 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국형 운항기준</li> <li>• 환경규제 차별화</li> </ul>
	합리적인 기체 인증기준 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 안전성 인증제도</li> <li>• 인증 지원</li> <li>• 산업 단체 표준</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인증 당국 간 국제협력 확대</li> <li>• 시연비행</li> </ul>
	첨단기술 기반 교통관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국형 UTM(K드론시스템) 보강</li> <li>• 공역관리 통합 첨단화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UTM 기반 단계적 확장</li> </ul>
	인프라 기준 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiport 기준 마련</li> <li>• 충전설비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통신 항법 감시 기반 확보</li> <li>• 인프라 기준 마련체계</li> </ul>
	조종·MRO 등 운용기준 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조종사 자격기준</li> <li>• MRO 정비프로그램 인가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적정 조종방식 탐색</li> <li>• 항공AI 인증방안</li> </ul>
민간역량 확보·강화를 위한 환경조성	비행하기 쉬운 환경 조성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특별자유화 구역</li> <li>• ATM 연계 시험 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실증노선 지정 운용</li> </ul>
	기술개발 지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기체 개발</li> <li>• 소재 생산기술</li> <li>• 안전 설계 기술</li> <li>• 기술로드맵</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부품 개발</li> <li>• 인프라 설비 개발</li> <li>• 자율비행</li> <li>• 유수기업 지원</li> </ul>
	교통·기상·공간 데이터 지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교통 빅데이터 가공 공개</li> <li>• 도심 3차원 지도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세밀한 기상정보</li> </ul>
	경제적 인센티브 제공	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스타트업 금융 지원</li> <li>• 세제 지원</li> <li>• 교통약자 보조금 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교통유발부담금 감면</li> <li>• 친환경 보조금</li> </ul>
대중수용성 확대를 위한 단계적 서비스 실현	화물→사람으로 단계적 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공공사업 모델</li> <li>• 화물용 전용 포트</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 민간사업 모델 확산</li> </ul>
	마중물로 공공서비스 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 치안 안전용(사람수송)</li> <li>• 한국형 UTM 우선 보급</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 군수용 헬기</li> </ul>
	저변 형성을 위한 교육과 즐길거리 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관광상품 개발</li> <li>• 기초교육 확대</li> <li>• 드론 테마파크 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전문학과 내용 확대</li> <li>• 공공행사 활용</li> </ul>
이용편의를 위한 인프라·연계교통 구축	민간과 공공의 상생인프라 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 민간중심 비용 투자</li> <li>• 초기 관리인력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실증노선 인프라 지원</li> </ul>
	연계교통체계 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환승센터 연계</li> <li>• Seamless 플랫폼 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공항 접근교통 활용</li> </ul>

목표	주요과제	세부 추진과제	
공정지속가능 하고 건전한 산업생태계 조성	신속하고 편리한 보안 검색	<ul style="list-style-type: none"> <li>첨단 보안장비</li> <li>항공여객 One Stop 검색</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>보안검색 운용</li> </ul>
	도시기능 연계	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시계획 내 포함</li> <li>공공택지 연계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트시티 연계</li> </ul>
글로벌 스탠다드와 나란히 하는 국제협력 확대	공정한 운영사업을 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>운송사업 기준</li> <li>사업자간 역할과 책임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 사업자 기준</li> </ul>
	보험제도 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>사고 사건 통계</li> <li>진급운용자 면책</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>보험상품 출시 유도</li> </ul>
	서비스·안전 비례 수익보장장치 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>서비스 안전도 평가</li> <li>공익노선 보조금</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>운수권 배분체계</li> </ul>
글로벌 스탠다드와 나란히 하는 국제협력 확대	안전기준 마련에 적극 동참	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요 감항당국 협력 확대</li> <li>산업 단체표준 마련 동참</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국제 공동연구 수행</li> </ul>
	주기적 국제컨퍼런스 개최	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요기업 컨퍼런스 유치</li> <li>국내 학술활동 영역 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가연합 컨퍼런스 개최</li> </ul>
	세계 유수기업 유치	<ul style="list-style-type: none"> <li>비행환경 제공</li> <li>연관생태계 조성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>선도기업 협력</li> </ul>

\* 출처 : 관계부처, 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵, 20.6 참고하여 작성

### (3) 국방부

● ‘미래국방 2030 기술전략’ : 드론(DRONE)을 발표하여 드론과 같은 4차 산업혁명 관련 첨단·혁신 기술에 대한 미래‘첨단과학기술군’으로서의 도약 현실화

#### □ 미래국방 2030 기술전략 : 드론(DRONE)(’22.3. 국방부)

- 민간과 국방분야에서 공통활용이 가능한 드론 중·장기 기술전략을 수립
  - 회전익 드론 공통 플랫폼과 플랫폼별 탑재 가능한 임무장비의 주요 성능을 제시
  - 곤충형 멀티 드론, 조류형 멀티 드론, 모함(Carrier) 드론, 다목적 공통 플랫폼 드론 등 미래 국방 드론 기술 개발
  - 국방주도, 민간주도, 민군협력 기술 세분화하여 드론 기술로드맵 수립

## 2.1.4. 국내 정부 R&D 현황

<표 2-34> 국내 정부 R&D 투자 변동사항 및 시사점

분야	구분	무인이동체 기술로드맵 1.0(2017)					무인이동체 기술로드맵 2.0(2022)				
부처별 R&D 투자동향		· 369.2억('12)→986.6억('16) (CAGR 28%) · 과기부(1,152억)>산업부(1,065억)>해수부(810억) · 전체 R&D 투자액(3,450.3억)의 88% 차지					· 369.2억('12)→986.6억('16)→3,800억('20) (CAGR 35%) · 산업부(4,313억)>과기부(4,279.4억)>해수부(1,806억) · 전체 R&D 투자액의 (13604.6억)의 76% 차지				
부문별 투자동향(여원)	공통	'12 44.1	'13 44.9	'14 41.7	'15 11.1	'16 52.7	'17 457.7	'18 493.5	'19 573.5	'20 887.8	12-20 합계 2607
	해양	'12 122.6	'13 142.6	'14 225	'15 380.4	'16 151	'17 279.7	'18 286.2	'19 212.9	'20 531.6	12-20 합계 2331.9
	공중	'12 182.7	'13 315	'14 336.2	'15 548.8	'16 750.5	'17 1026.3	'18 999.9	'19 1060.9	'20 1436.8	12-20 합계 6657.1
	육상	'12 19.8	'13 6.9	'14 22.3	'15 19.7	'16 32.4	'17 220.2	'18 272.4	'19 470.3	'20 944.7	12-20 합계 2008.6
	시사점	· 무인이동체 기술로드맵 1.0 당시 “공중”(2133.2억), “해양”(1021.6억)의 순에서 “공중”(6657.1억), “공통”(2,607억), “해양”(2,331.9억)의 순서로 투자가 이루어짐 · 특히, 집중적 투자가 이루어져야 할 공통기술 분야의 투자확대로 2012~2016년 194.5억 원에서 2017~2020년 2412.5억으로 약 12배 대폭 증가함									
	투자액	'12 30	'13 12.6	'14 45.7	'15 112.4	'16 178.5	'17 184.9	'18 213.5	'19 214.7	'20 323.4	12-20 합계 1315.7
기술분야별 투자동향(여원)	유형별	2012~2016 유형별 총 투자액					2017~2020 유형별 총 투자액				
	공통	23.3	육상	15.5	해양	64.8	공중	275.6	공통	육상	해양
	통신 및 네트워크	'12 26.1	'13 20.5	'14 27.2	'15 42.6	'16 92.7	'17 287.8	'18 247.4	'19 264.0	'20 382.9	12-20 합계 510.66
	유형별	2012~2016 유형별 총 투자액					2017~2020 유형별 총 투자액				
	공통	11.7	육상	6.0	해양	75.1	공중	116.3	공통	육상	해양
	자율지능	'12 8.6	'13 19.3	'14 21.7	'15 20.8	'16 37.8	'17 115.9	'18 139.5	'19 209.3	'20 241.4	12-20 합계 814.2
동력원 및 이동	유형별	2012~2016 유형별 총 투자액					2017~2020 유형별 총 투자액				
	공통	15.6	육상	9.5	해양	5.7	공중	77.2	공통	육상	해양
	투자액	'12 18.4	'13 80.7	'14 71.8	'15 125.2	'16 128.3	'17 215.7	'18 172.4	'19 216.1	'20 326.5	12-20 합계 1355.1
	유형별	2012~2016 유형별 총 투자액					2017~2020 유형별 총 투자액				
	공통	13.01	육상	5.27	해양	51.37	공중	354.81	공통	육상	해양
	이동	2012~2016 유형별 총 투자액					2017~2020 유형별 총 투자액				
		공통					공통				

분야	구분	무인이동체 기술로드맵 1.0(2017)					무인이동체 기술로드맵 2.0(2022)					
H M I	투자액	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'12-20 합계	
		0.6	0.6	16.2	22.6	37.6	81.7	62.6	69.2	135.0	426.1	
		2012~2016 유형별 총 투자액					2017~2020 유형별 총 투자액					
		공통	육상	해양	공중	공통	육상	해양	공중			
		0.5	0.0	1.8	75.3	0.5	0.0	1.8	75.3			
	시스템 통합	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'12-20 합계	
		131.4	70.5	113.7	130.4	172.4	409.6	394.0	537.7	11190	3078.7	
		2012~2016 유형별 총 투자액					2017~2020 유형별 총 투자액					
		공통	육상	해양	공중	공통	육상	해양	공중			
		129.9	48.9	68.7	370.9	801.45	361.98	246.17	1050.64			
시사점		<ul style="list-style-type: none"> <li>“시스템 통합”(3,078.7억), “통신 및 네트워크”(1391.3억), “동력원 및 이동”(1,355.1억), “탐지 및 인식”(1315.7억), “자율지능”(814.2억), “HMI”(426억) 순서로 R&amp;D 기술투자가 이루어짐</li> <li>무인이동체 기술로드맵 1.0 당시 “동력원 및 이동”, “통신 및 네트워크”분야의 투자 규모와 연평균 증가율이 다소 미미했으나, 이후 집중투자로 투자금액 증가율(2012~2020년 기준) 동력원 및 이동은 43%를, 통신 및 네트워크는 40%를 달성</li> </ul>										
인프라	투자액	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'12-20 합계	
		91.3	142.2	173.1	332.2	199.6	529.2	522.8	541.3	917.7	3449.7	
		2012~2016 유형별 총 투자액					2017~2020 유형별 총 투자액					
		공통	육상	해양	공중	공통	육상	해양	공중			
		0.0	8.6	549.6	380.2	1.45	1047.68	573.58	888.41			
	시사점	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술로드맵 1.0 당시 공중과 해양에 투자가 집중되어 전체 투자금액의 99.1% 차지하는 반면 공통에는 투자가 전무하였음</li> <li>이후 육상과 공중분야의 집중 투자가 이루어져 전체 투자금액의 77.1%를 차지함</li> <li>공통에도 1.45억의 투자가 이루어졌으나 1.0과 마찬가지로 전무한 수준임</li> </ul>										
		'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'12-20 합계	
		62.9	162.8	155.8	173.8	139.5	158.9	299.8	265.2	355.2	1773.9	
		2012~2016 유형별 총 투자액					2017~2020 유형별 총 투자액					
		공통	육상	해양	공중	공통	육상	해양	공중			
	시사점	0.4	7.3	204.3	482.9	111.21	102.28	45.83	819.81			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>기술로드맵 1.0 당시 투자가 미미했던 “공통”, “육상” 인프라 부문의 투자가 1.0 대비 “공통”的 경우 0..4억→111.21억원(278배 증가), “육상”的 경우 7.3억→102.28억원(14배 증가)으로 투자규모가 증가함</li> </ul>										
<b>&lt;국내 R&amp;D 투자동향 총괄 시사점&gt;</b>												
<ul style="list-style-type: none"> <li>(부처별) 339.2억('12)→3,800.99억('20)으로 35%의 연평균 증가율을 기록하여 정부의 무인이동체 투자 금액은 지속적 증가 추세</li> <li>(기술분야별) 기술로드맵 1.0 당시 투자가 미흡했던 “동력원 및 이동”과 “통신 및 네트워크” 분야의 투자 규모가 대폭 증가하여 원천기술분야의 투자가 전반적으로 확대되었음</li> </ul>												

- 정부의 무인이동체 분야 R&D투자 금액은(자율주행차 제외) 339.2억 ('12)→3,800.99억('20)으로 35%의 성장률을 나타내며 지속적 증가 추세('12~'20년 기준)
- (정부 R&D 투자규모) '12년 339.2억원에서 매년 꾸준히 증가하여 '20년 3800.99억원으로 약 11.2배 확대
  - 20개 부처가 무인이동체 관련 R&D에 투자하고 있으며, 부처별 무인이동체 R&D투자 금액은 산업부(4,313.2억), 과기부(4,279.4억)가 전체 R&D 투자금액의 63%의 비중을 차지
  - 식약처(2.5억), 복지부(1.5억), 국무조정실(1.0억)은 5억 이하로 낮은 R&D투자를 진행하고 있는 것으로 나타남

<표 2-35> 부처별 무인이동체 R&D투자 금액

부처별	금액(억원)	비중
과기부	4279.4	31%
경찰청	82.6	1%
교육부	342.2	3%
국무조정실	1.0	0%
국토부	975.5	7%
기상청	83.4	1%
농식품부	212.9	2%
농진청	117.1	1%
다부처	509.5	4%
문체부	8.6	0%
복지부	1.5	0%
산림청	16.3	0%
산업부	4313.2	32%
식약처	2.5	0%
원안위	27.5	0%
중기부	742.8	5%
해경청	63.9	0%
해수부	1806.0	13%
행안부	6.1	0%
환경부	12.6	0%
<b>총합계</b>	<b>13604.6</b>	<b>100%</b>

- 정부의 무인이동체 분야 R&D 투자는 부처별 협업을 통해 원천기술-부품개발-실증기 등 전주기적 지원을 강화\*

\* (과기정통부) 원천기술, (국방부) 국방특화기술, (산업부) 실증기 개발, (국토부) 인프라 조성

[그림 2-13] 무인이동체 분야 정부 R&D 투자 현황('12~'20)



- (부문별) “공중”(6,657.1억), “공통”(2,607.0억)의 순서로 투자가 이루어지며, “공중” 분야에 대한 투자가 전체 R&D 투자액(13,604.6억)의 49%의 비중을 차지하는 것으로 나타남

- 육상·해양·공중 무인이동체 전 분야를 포괄하는 공통기술 개발 관점에서 R&D 투자 규모 확대로, 2012~2016년 194.5억 원에서 2017~2020년 2412.5억 원으로 약 12배 증가

\* 공통기술 분야 투자규모 : ('12) 44.1억 원 → ('16) 52.7억 원 → ('20) 887.8억 원

- 공중(49%), 공통(19%), 해양(17%) 순서로 플랫폼 기술 투자가 이루어짐

\* “공중”(6657.1억)>“공통”(2,607억)>“해양”(2,331.9억)> “육상”(2,008.6억) 순으로 플랫폼 기술 투자가 이루어지고 있음

<표 2-36> 무인이동체 부문별 R&D 투자 금액

부문/연도	연도별 투자액(억 원)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012-2020 총합계
공통	44.1	44.9	41.7	11.1	52.7	457.7	493.5	573.5	887.8	2,607.0
해양	122.6	142.6	225.0	380.4	151.0	279.7	286.2	212.9	531.6	2,331.9

공중	182.7	315.0	336.2	548.8	750.5	1026.3	999.9	1060.9	1436.8	6657.1
육상	19.8	6.9	22.3	19.7	32.4	220.2	272.4	470.3	944.7	2008.6
<b>합계</b>	<b>369.3</b>	<b>509.3</b>	<b>625.1</b>	<b>960.0</b>	<b>986.6</b>	<b>1983.85</b>	<b>2051.92</b>	<b>2317.57</b>	<b>3800.99</b>	<b>13604.6</b>



- (기술분야별) 6대 기술분야별로 보았을 때 “시스템 통합”(3,078.7 억), “통신 및 네트워크”(1,391.2억), “동력원 및 이동”(1,355.2억), “탐지 및 인식”(1,315.6억), “자율지능”(814.3억), “HMI”(426.1억) 순서로 R&D 기술투자가 이루어짐
- ‘12~‘16년 기준 무인이동체 통합적 운용에 매우 중요한 분야인 “동력원 및 이동”과 “통신 및 네트워크” 분야의 투자규모와 연평균 증가율이 다소 미미
  - 이후 집중투자로 투자금액 증가율(2012~2020년 기준)이 “동력원 및 이동”은 43%, “통신 및 네트워크”는 40% 향상
  - \* 동력원 및 이동 투자규모 : ('12) 18.4억원 → ('16) 128.3억원 → ('20) 326.5억 원
  - \* 통신 및 네트워크 투자규모 : ('12) 26.1억원 → ('16) 92.7억원 → ('20) 382.9억 원

<표 2-37> 무인이동체 기술별 R&D투자 금액

기술/연도	연도별 투자액(억원)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012-2020 합계
탐지 및 인식	30.0	12.6	45.8	112.3	178.4	184.9	213.5	214.7	323.3	1315.6
통신 및 네트워크	26.0	20.5	27.1	42.6	92.8	287.8	247.4	264.0	382.9	1391.2
자율지능	8.6	19.3	21.6	20.8	37.7	115.9	139.5	209.3	241.4	814.2

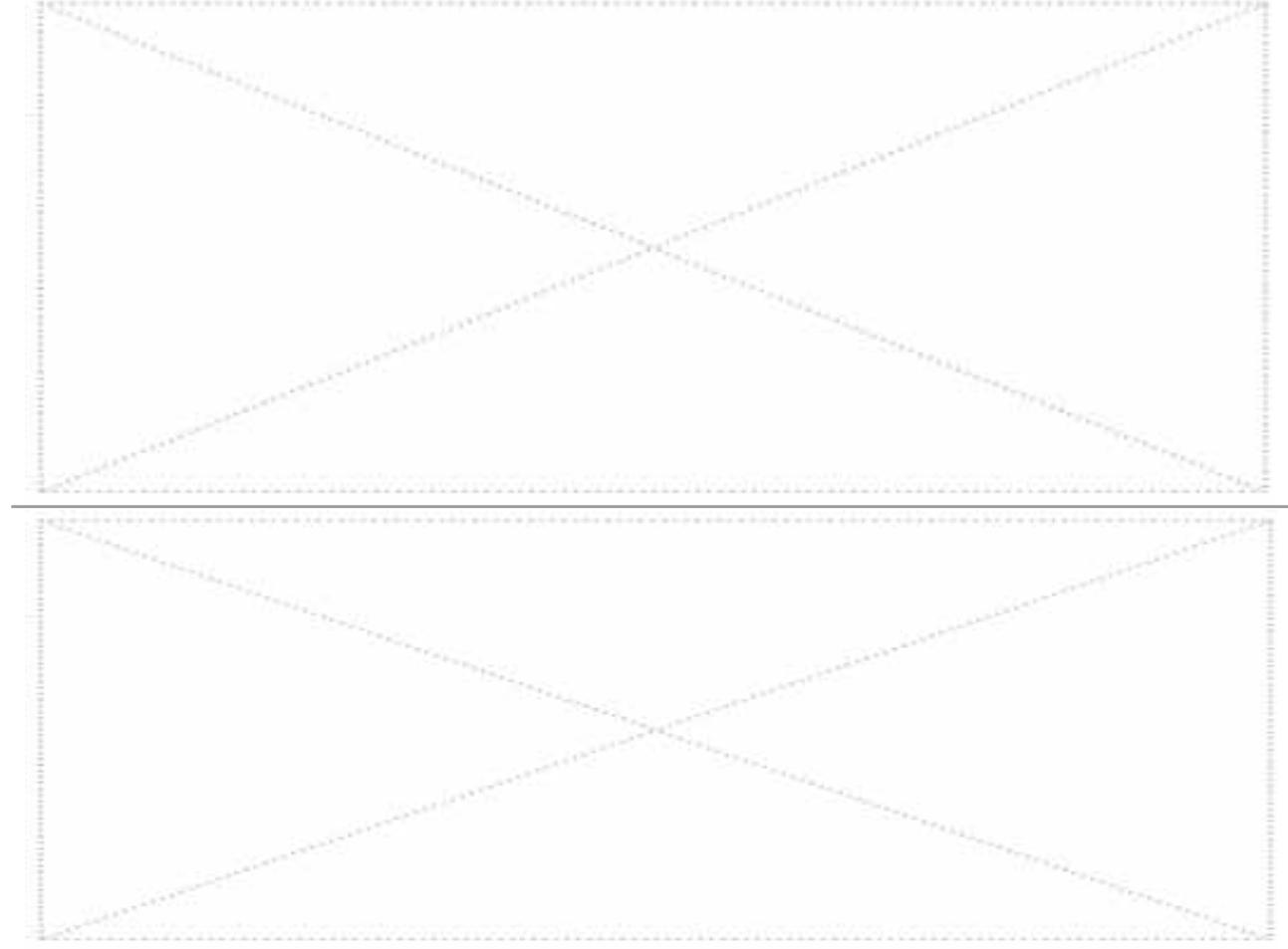
기술/연도	연도별 투자액(억원)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012-2020 합계
동력원 및 이동	18.4	80.7	71.8	125.2	128.3	215.7	172.4	216.1	326.5	1355.2
HMI	0.6	0.6	16.2	22.6	37.6	81.7	62.6	69.2	135.0	426.1
시스템 통합	131.4	70.5	113.7	130.4	172.4	409.6	394.0	537.7	1119.0	3078.7
플랫폼	91.3	142.2	173.1	332.2	199.6	529.2	522.8	541.3	917.7	3449.7
인프라	62.9	162.8	155.8	173.8	139.5	158.9	299.8	265.2	355.2	1773.9
합계	369.2	509.2	625.2	959.8	986.4	1983.9	2051.9	2317.6	3801.0	13604.6



- (탐지 및 인식) “탐지 및 인식” 분야 기술 투자는 공중(UAV)에 집중되었으며, 육상 부문에는 해당 분야 전체 투자금액(1,315.7억)의 약 7.0%(91.3억)가 투자되어 매우 미흡
- 공중, 공통, 해양, 육상의 순으로 투자가 이루어졌으며, 전체 투자금액(13,604.6억)의 10%(1,315.7억)를 차지

<표 2-38> 탐지 및 인식 연도별 R&D 투자 금액

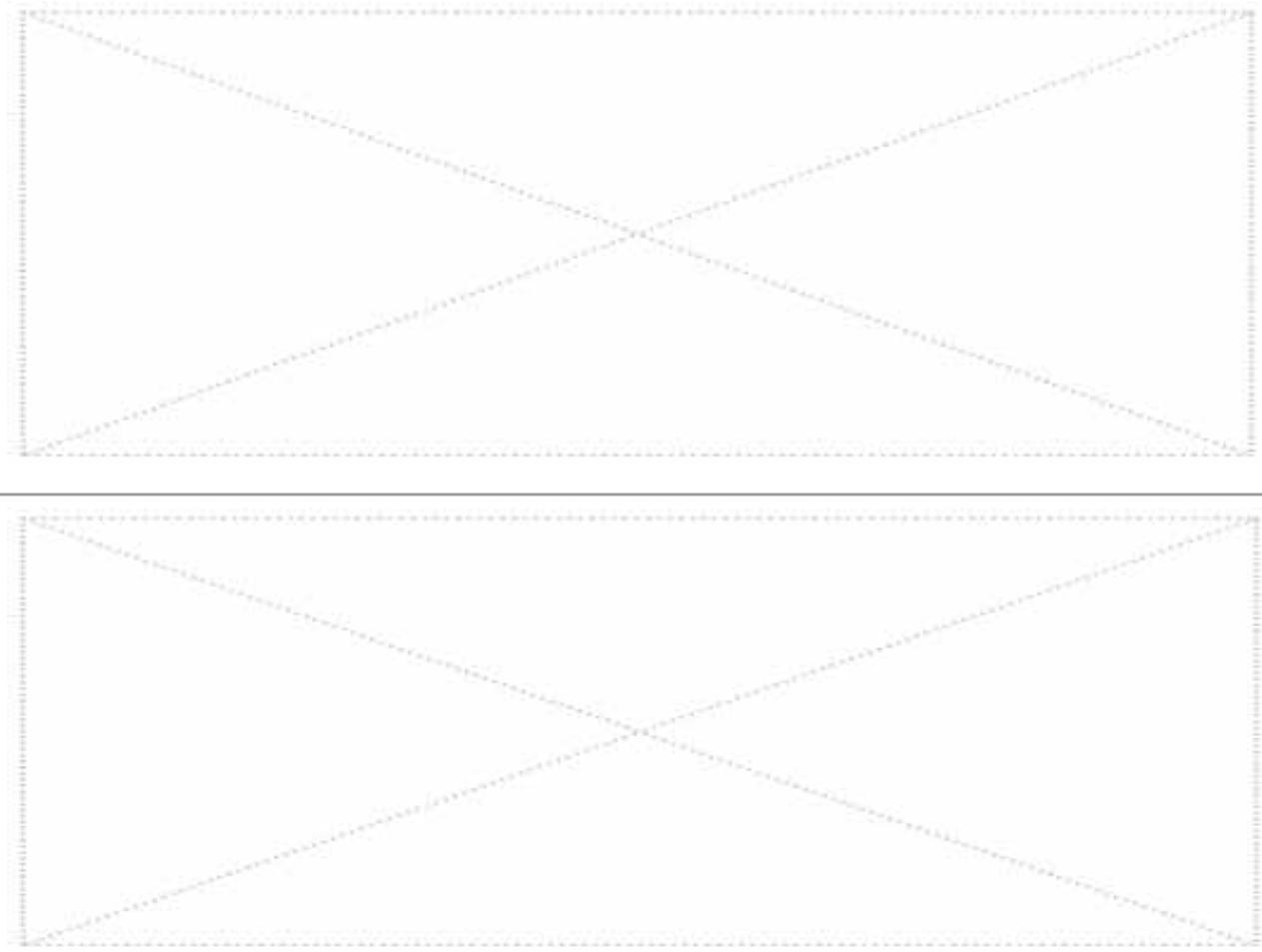
탐지 및 인식	R&D 투자액(억원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2020	56	30.7	39.4	197.3	323.4
2019	61.2	21.2	22.4	109.9	214.7
2018	72.3	21	27.6	92.6	213.5
2017	43	2.9	28.1	110.9	184.9
2016	16.9	0.3	20.4	140.9	178.5
2015	4.5	0	17.2	90.7	112.4
2014	0.9	4.8	15.7	24.3	45.7
2013	0.5	5.4	0.5	6.2	12.6
2012	0.5	5	11	13.5	30
합계	255.8	91.3	182.3	786.3	1315.7



- (통신 및 네트워크) “통신 및 네트워크” 분야 기술 투자는 공통에 집중되었으며, 육상 부문에는 해당 분야 전체 투자금액(1,391.3억)의 약 8%(114.2억)이 투자되어 매우 미흡
- 공통, 공중, 해양, 육상의 순으로 투자가 이루어졌으며, 전체 투자금액(13,604.6억)의 10%(1,391.3억)를 차지

<표 2-39> 통신 및 네트워크 연도별 R&D투자 금액

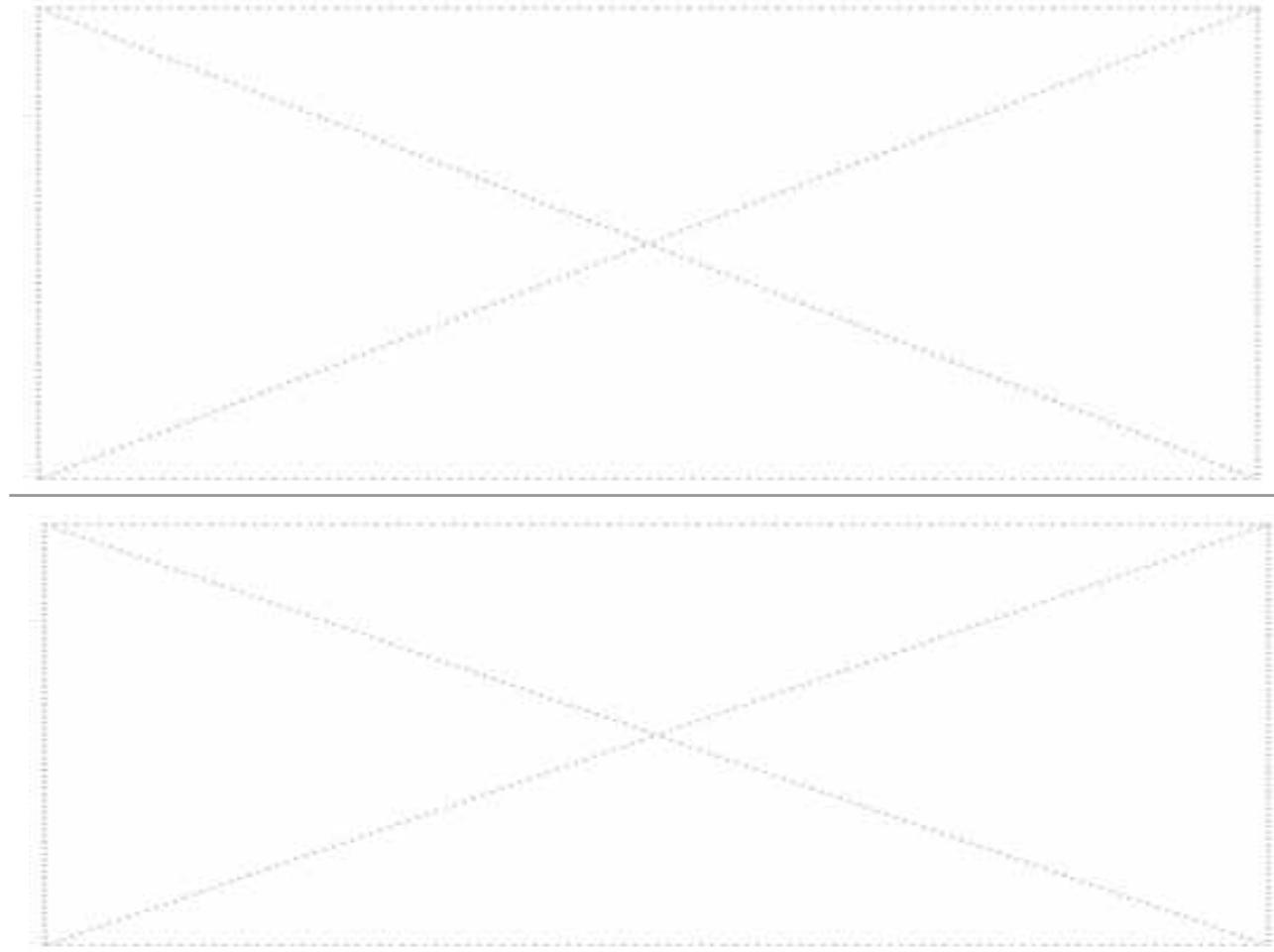
통신	R&D 투자액(억원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2020	160.2	49.4	59.4	113.9	382.92
2019	105.6	41.4	27.0	90.0	264
2018	130.9	10.6	33.9	72.0	247.42
2017	150.3	6.8	21.0	109.8	287.81
2016	10.7	1.0	22.0	59.0	92.7
2015	1.0	1.0	13.2	27.4	42.6
2014	0.0	2.0	14.5	10.7	27.2
2013	0.0	1.0	10.0	9.5	20.5
2012	0.0	1.0	15.4	9.7	26.1
합계	558.74	114.2	216.3	501.9	1391.3



- (자율지능) “자율지능” 분야 기술 투자는 공통(312.9억)과 공중(302.6억)에 집중되었으며, 육상 부문에는 해당 분야 전체 투자금액(814.2억)의 약 4.0%(74.68억)가 투자되어 매우 미흡
  - 공통, 공중, 해양, 육상의 순으로 투자가 이루어졌으며, 전체 투자금액(13,604.6억)의 6%(814.2억)를 차지

<표 2-40> 자율지능 연도별 R&D투자 금액

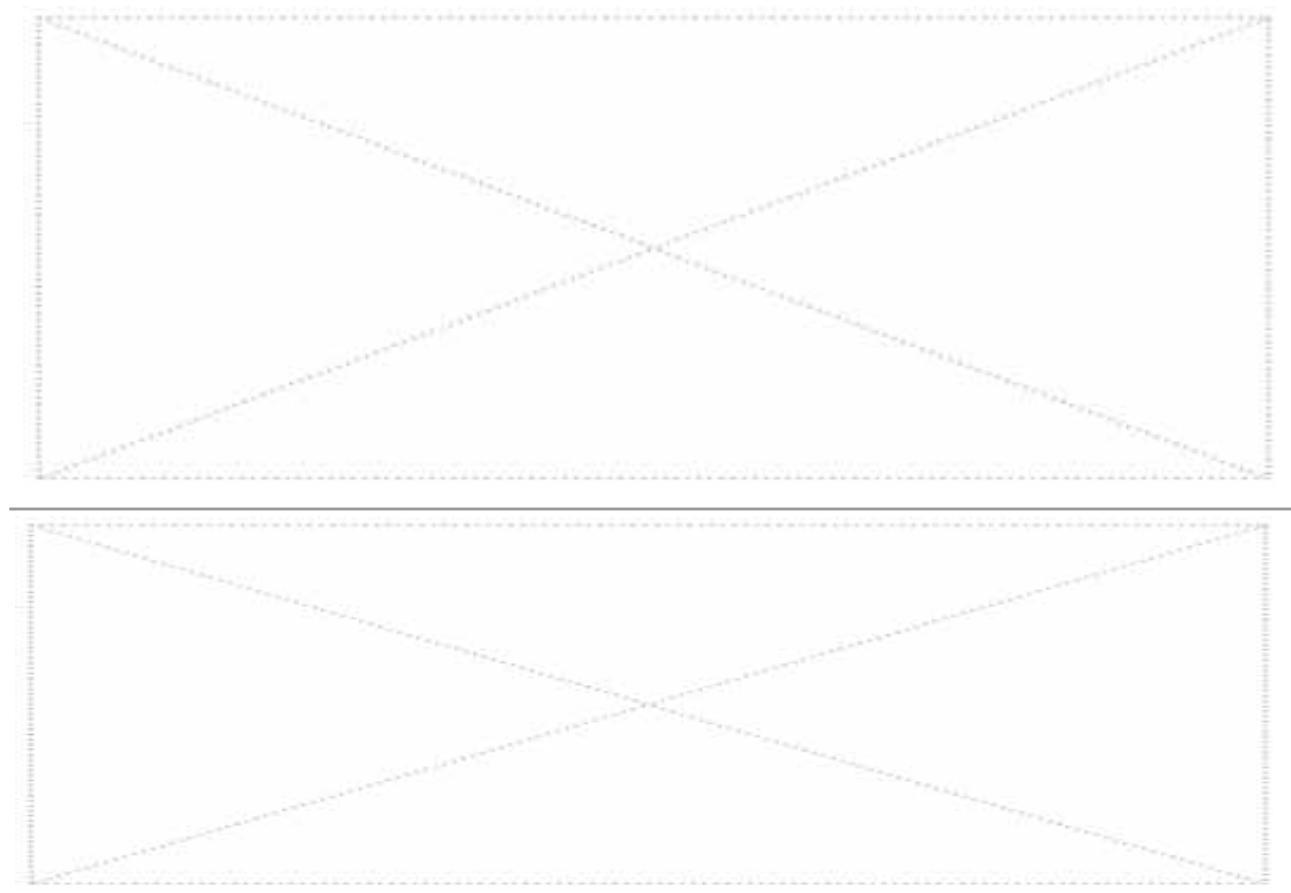
자율지능	R&D 투자액(억원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2020	103.4	21.1	33.3	83.6	241.4
2019	93.9	16.2	35.8	63.5	209.3
2018	61.1	15.4	21.9	41.2	139.5
2017	38.9	12.6	27.4	37.1	115.9
2016	11.7	4.4	0.6	21.0	37.7
2015	2.6	1.5	0.0	16.7	20.8
2014	0.5	2.5	0.5	18.1	21.6
2013	0.8	0.5	1.2	16.8	19.3
2012	0.0	0.6	3.4	4.6	8.6
합계	312.9	74.7	124.1	302.6	814.2



- (동력원 및 이동) “동력원 및 이동”분야 기술 투자는 공중(UAV)에 집중되었으며, 육상 부문에는 해당 분야 전체 투자금액(1,355.1억)의 약 8%(107.5억)가 투자되어 매우 미흡
- 공중, 자율주행차, 공통, 해양, 육상의 순으로 투자가 이루어졌으며, 전체 투자금액(13,604.6억)의 10%(1,355.1억)를 차지

<표 2-41> 동력원 및 이동 연도별 R&D투자 금액

동력원 및 이동	R&D 투자액(억원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2020	90.4	53.0	19.3	163.8	326.5
2019	76.5	22.6	19.5	97.5	216.1
2018	33.8	14.2	12.7	111.6	172.4
2017	24.0	12.4	6.5	172.8	215.7
2016	12.0	2.1	6.0	108.3	128.3
2015	0.5	2.2	18.5	104.0	125.2
2014	0.5	1.0	13.5	56.8	71.8
2013	0.0	0.0	8.0	72.7	80.7
2012	0.0	0.0	5.4	13.0	18.4
합계	237.7	107.5	109.3	900.6	1355.1



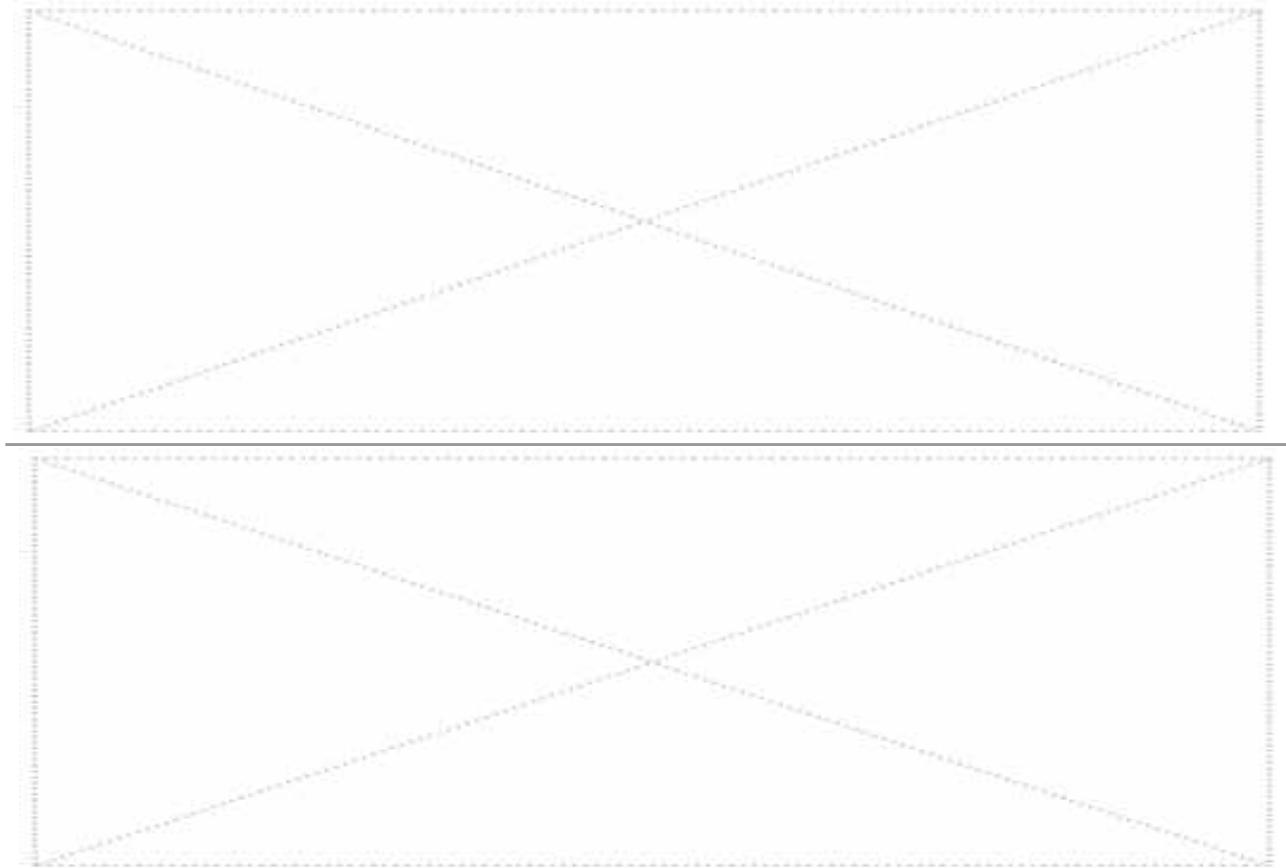
□ (HMI) “HMI” 분야 기술 투자는 공통과 공중에 집중되었으며, 해양 부문에는 실질적 투자가 전무한 상황

- 6대 기술분야 중 HMI 분야가 가장 크게 상승하여 97% 97%(2012~2020년 기준)의 증가율을 나타냄
- 공통, 공중, 육상, 해양의 순으로 투자가 이루어졌으며, 전체 투자금액 (13,604.6억)의 3%(426.1억)를 차지하여 투자효과 기대가 어려운 상황

<표 2-42> HMI 연도별 R&D투자 금액

HMI	R&D 투자액(억원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2020	54.1	35.3	6.9	38.7	135.0
2019	51.3	8.9	0.3	8.7	69.2
2018	40.4	0.0.	1	21.2	62.6
2017	51.1	0.0.	1.7	29	81.7
2016	0.5	0	0	37.1	37.6
2015	0	0	0	22.6	22.6

HMI	R&D 투자액(억 원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2014	0	0	0.6	15.6	16.2
2013	0	0	0.6	0	0.6
2012	0	0	0.6	0	0.6
합계	197.35	44.19	11.67	172.87	426.1

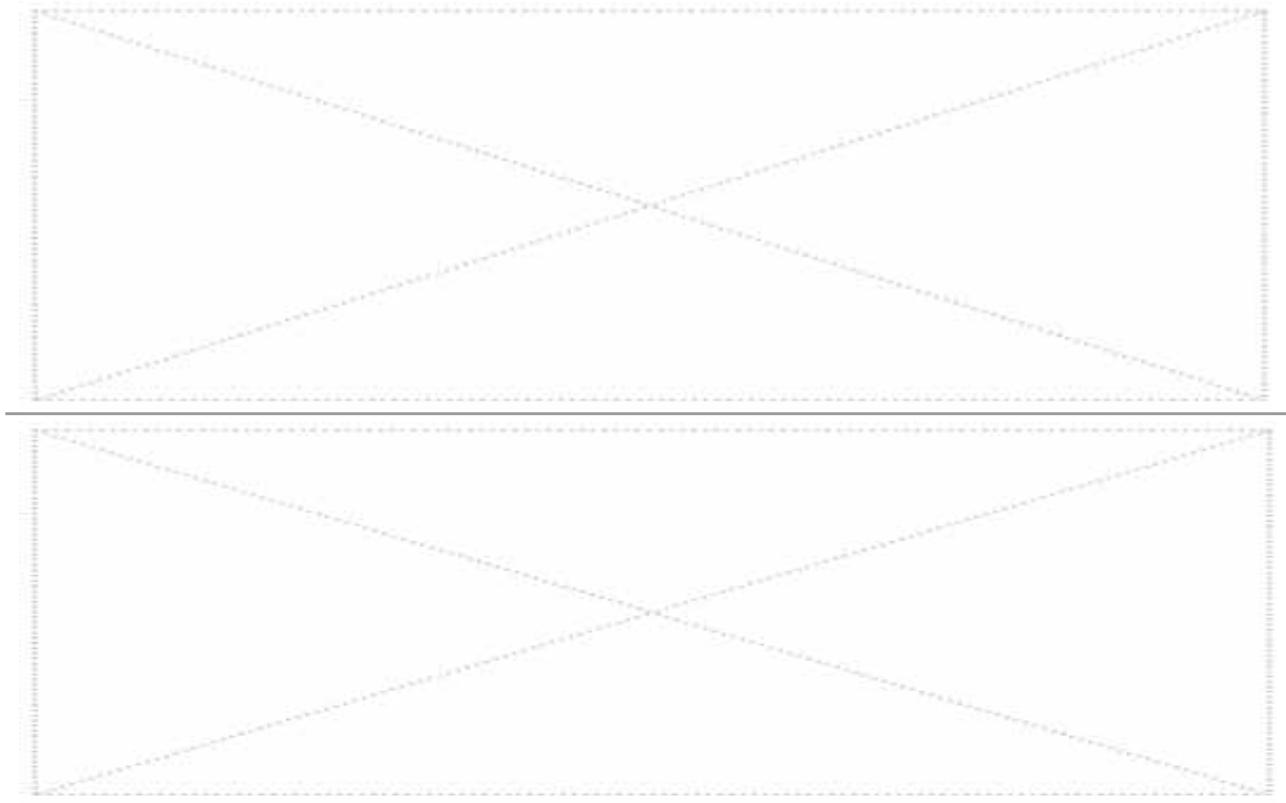


- (시스템 통합) “시스템 통합” 분야 기술 투자는 공중(UAV)에 집중되었으며, 해양기술 부문에는 해당 분야 전체 투자금액(3,078.7억)의 약 10%(314.9억)이 투자되어 타기술 분야에 비해 매우 높음
- 공중, 공통, 육상, 해양의 순으로 투자가 이루어졌으며, 전체 투자금액(13,604.6억)의 23%(3,078.7억)를 차지
  - ‘12~‘16년 사이에 공통기술에 대한 투자가 급감하였으나, ‘17년 기준으로 증가 추세를 보임

<표 2-43> 시스템 통합 연도별 R&D투자 금액

시스템 통합	R&D 투자액(억 원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2020	371.6	181.1	172.3	394.0	1119.0

2019	141.8	114.5	48.1	233.3	537.7
2018	140.3	38.6	13.3	201.8	394.0
2017	147.8	27.8	12.5	221.6	409.6
2016	0.5	12.9	12.8	146.2	172.4
2015	2.5	14.0	32.1	81.8	130.4
2014	39.7	11.0	13.6	49.4	113.7
2013	43.6	0.0	0.0	26.9	70.5
2012	43.6	11.0	10.2	66.6	131.4
<b>합계</b>	<b>931.4</b>	<b>410.9</b>	<b>314.9</b>	<b>1421.5</b>	<b>3078.7</b>

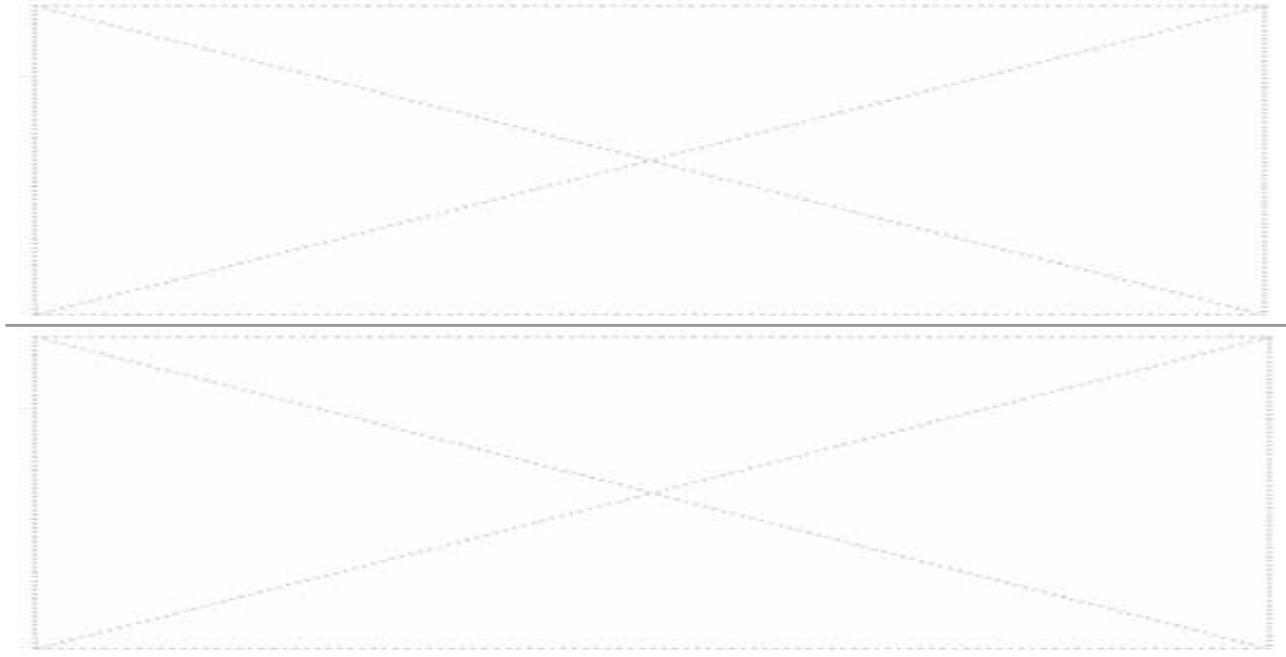


- (플랫폼) “플랫폼” 분야 기술 투자는 공중(UAV), 해양(UMV)에 집중되었으며, 공통 분야는 투자가 1.5억으로 투자가 전무한 수준에 미침
- 공중, 해양, 육상, 공통의 순으로 투자가 이루어졌으며, 전체 투자 금액(13,604.6억)의 25%(3,449.7억)를 차지

**<표 2-44> 플랫폼 연도별 R&D투자 금액**

플랫폼	R&D 투자액(억원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2020	0	522.61	157.85	237.27	917.7
2019	0	223.19	58.65	259.51	541.3
2018	0	158.97	174.39	189.46	522.8
2017	1.45	142.92	182.69	202.18	529.2
2016	0	6.4	81.4	111.8	199.6
2015	0	0	230.9	101.3	332.2
2014	0	0	99.5	73.6	173.1
2013	0	0	69.6	72.8	142.4

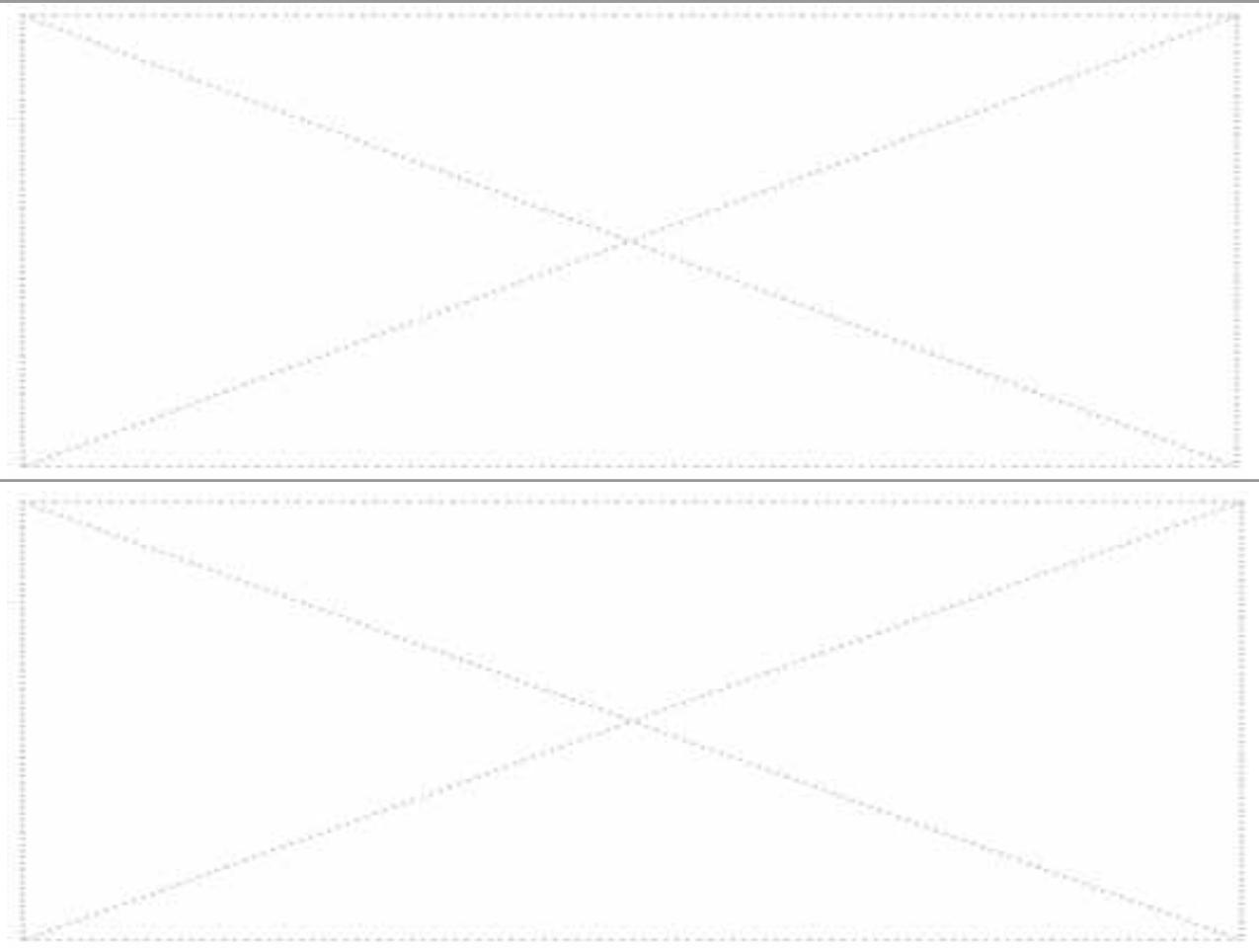
플랫폼	R&D 투자액(억 원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2012	0	2.2	68.3	20.8	91.3
합계	1.5	1056.3	1123.3	1268.7	3449.7



- (인프라) “인프라” 분야 기술 투자는 공중(UAV)에 집중되었으며, 육상기술 부문에는 해당 분야 전체 투자금액(1,773.9억)의 약 6%(109.6억)로 투자가 이루어짐
- 자율주행차, 공중, 해양, 공통, 육상의 순으로 투자가 이루어졌으며, 전체 투자금액(13,604.6억)의 13%(1,773.9억)를 차지

<표 2-45> 인프라 연도별 R&D투자 금액

인프라	R&D 투자액(억 원)				
	공통	육상	해양	공중	합계
2020	52.3	51.55	43.11	208.26	355.2
2019	43.22	22.31	1.2	198.49	265.2
2018	14.69	13.51	1.52	270.04	299.8
2017	1	14.91	0	143.03	158.9
2016	0.4	5.3	7.8	126	139.5
2015	0	1	68.4	104.4	173.8
2014	0	1	67.1	87.7	155.8
2013	0	0	52.7	110.1	162.8
2012	0	0	8.3	54.6	62.9
합계	111.6	109.6	250.1	1302.6	1773.9



- (국가 R&D 연간 과제당 투자금액) 2012년~2020년 기준 부처별 과제당 R&D 투자 금액은 “다부처”가 11.1억으로 가장 높았으며, “경찰청”(10.3억), “국토부”(7.2억)가 그 뒤를 이음

\* 무인아동체 산업발전을 위해 부처합동 정책이 증가됨에 따라 다부처 합동 투자 규모가 증가함

**<표 2-46> 부처별 과제당 R&D투자 금액**

부처별	과제당 R&D투자액(억원)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
과기부	4.6	5.9	1.0	4.0	3.2	3.8	3.4	2.6	3.1	2.9
경찰청	—	—	—	—	—	4.5	14.2	10.8	19.0	10.3
교육부	1.1	1.1	1.0	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.7	0.6
국무조정실	—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	1.0
국토부	—	28.8	1.0	15.4	5.5	4.6	7.4	6.2	11.3	7.2
기상청	—	10.0	1.0	16.1	32.1	13.0	—	—	1.0	5.2
농식품부	—	—	1.0	0.8	1.0	1.3	1.7	1.9	2.2	1.8
농진청	—	—	1.0	1.0	0.8	0.7	0.9	0.9	1.0	0.9
다부처	—	—	—	—	—	17.6	16.2	11.5	6.8	11.1
문체부	—	—	—	—	4.3	—	—	—	—	4.3
복지부	—	—	—	—	—	—	—	—	0.8	0.8
산림청	—	—	—	—	0.1	8.7	4.6	1.5	1.5	3.3
산업부	7.6	8.5	1.0	8.5	6.1	8.2	5.5	5.6	8.5	5.6
식약처	—	—	—	—	—	—	—	2.5	—	2.5
원안위	—	—	—	—	—	10.3	3.0	2.9	2.7	3.9
중기부	1.6	1.1	1.0	1.0	1.1	1.3	1.1	1.2	1.8	1.3
해경청	—	—	—	—	—	—	3.2	8.0	8.5	7.1
해수부	19.8	17.8	1.0	7.9	3.8	4.2	3.4	3.7	3.8	3.4
행안부	—	—	—	—	—	—	—	2.0	2.1	2.0
환경부	—	—	1.0	—	2.2	—	3.3	—	7.1	4.2
합계	4.9	5.9	1.0	4.9	3.1	3.8	3.0	2.8	3.7	3.1

- (플랫폼별 과제당 R&D 투자금액) 플랫폼별 과제당 R&D 투자금액은 “해양”(3.8억)과 “공통”(3.7억) 부문이 가장 높음

- 한편 “육상”은 과제당 3.1억원으로 가장 낮게 나타났으나, 과제당 3억 이상 투자되어 균형있게 투자되고 있는 것으로 분석됨

〈표 2-47〉 플랫폼별 과제당 R&D 투자 금액

부문별	과제당 R&D 투자액(억원)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
공통	14.7	11.2	7.0	0.9	2.9	4.8	3.4	2.9	3.8	3.7
해양	6.8	9.5	4.9	7.0	3.4	3.3	2.5	2.3	3.7	3.8
공중	3.7	4.9	4.3	4.5	3.1	3.7	3.1	2.8	4.0	3.5
육상	4.0	1.7	2.5	2.5	1.9	3.9	2.8	2.8	3.3	3.1
합계	4.9	5.9	4.5	4.9	3.1	3.8	3.0	2.8	3.7	3.5

- (기술분야별 과제당 R&D 투자 금액) 기술분야별 과제당 R&D 투자 금액은 “HMI”(5.2억), “시스템 통합”(3.9억), “동력원 및 이동”(3.5억), “통신 및 네트워크”(3.3억), “자율지능”(2.5억), “탐지 및 인식”(2.1억) 기술은 평균 3.4억원의 규모로 투자가 이루어짐
  - 한편, “플랫폼”과 “인프라”분야의 경우 각각 과제당 평균 3.6억, 6.2억이 투자되어 기술분야별 평균 투자규모에 비해 큰 것으로 조사되었음

**<표 2-48> 기술분야별 과제당 R&D투자 금액**

기술별	과제당 R&D투자액(억원)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
탐지 및 인식	2.5	1.4	2.3	2.7	2.8	2.1	1.9	1.5	2.3	2.1
통신 및 네트워크	6.5	5.1	2.5	2.7	2.5	4.6	3.2	2.8	3.4	3.3
자율지능	0.6	1.1	1.2	1.1	1.4	2.4	2.5	3.3	3.8	2.5
동력원 및 이동	2.6	5.0	3.8	4.6	4.0	4.3	2.8	2.8	3.5	3.5
HMI	0.6	0.6	5.4	4.5	2.5	5.4	5.2	5.8	7.5	5.2
시스템 통합	6.0	5.0	4.1	3.5	2.9	4.9	3.2	3.1	4.4	3.9
플랫폼	13.0	15.8	8.2	10.1	4.2	3.7	2.7	2.5	3.4	3.6
인프라	7.0	9.6	8.2	10.2	3.9	6.1	7.9	4.9	5.2	6.2
합계	4.9	5.9	4.5	4.9	3.1	3.8	3.0	2.8	3.7	3.5

## 2.2. 산업현황 및 전망

### 2.2.1. 무인이동체 시장동향

<표 2-49> 글로벌 시장동향 변동사항 및 시사점

분야	구분	무인이동체 기술로드맵 1.0(2017)			무인이동체 기술로드맵 2.0(2022)				
	시장구성	UAV : 군수/상업/취미 UGV : 군수/민수 UMV : 군수/민수			UAV : 군수/상업/취미 UGV : 군수/민수 UMV : 군수/민수				
공중	군수용	시장규모	2020	2025	2030	시장규모	2020	2025	2030
		(십억불)	14.5	16.6	20.9	(십억불)	8.1	11.5	17.0
		성장률	6.2%			성장률	7.7%		
	상업용	시장규모	2020	2025	2030	시장규모	2020	2025	2030
		(십억불)	5.8	12.5	17.4	(십억불)	4.8	22.8	69.2
		성장률	21%			성장률	30.6%		
	취미용	시장규모	2020	2025	2030	시장규모	2020	2025	2030
		(십억불)	4.6	8.0	11.6	(십억불)	3.0	4.2	5.3
		성장률	14.6%			성장률	5.9%		
	시사점	변동	• 2017년 대비 예측 시장규모가 증가하였으며, 성장률도 높게 측정						
		• 군수용 시장은 국방예산 증가로 지속성장 중이며, 방산수출규제 완화 등이 시장성장 동인으로 작동							
		• 상업용 시장은 2025년 이후 높은 성장이 전망되며, 첨단기술 고도화와 규제 완화가 시장 동인으로 성장 유발							
육상	군수용	시장규모	2020	2025	2030	시장규모	2020	2025	2030
		(십억불)	4.4	6.2	8.0	(십억불)	12.01	17.71	24.31
		성장률	7.6%			성장률	7.3%		
	민수용	변동	• 2017년 대비 시장규모를 크게 전망하였으나, 성장률은 유사한 수준						
		시장규모	2020	2025	2030	시장규모	2020	2025	2030
		(십억불)	45.70	111.5	208.6	(십억불)	10.72	15.38	20.54
	시사점	성장률	20.9%			성장률	6.7%		
		변동	• 2017년 대비 시장규모 및 성장률이 낮게 예측						
		• 군수용 시장은 기술수준 향상, 수요증가로 성장 지속 중							
해양	군수용	• 민수용 시장은 시장에서 요구하는 임무의 다양화에 대응하기 위해 분야별로 전문화된 제품이 출시되고 있으며, 이에 따라 시장은 지속성장이 전망됨							
		시장규모	2020	2025	2030	시장규모	2020	2025	2030
		(십억불)	0.8	1.1	2.0	(십억불)	30.36	47.00	76.96
	민수용	성장률	9.4%			성장률	10.04%		
		변동	• 2017년 대비 시장규모가 크게 예측되었으며, 성장률은 유사한 수준						
		시장규모	2020	2025	2030	시장규모	2020	2025	2030
	시사점	(십억불)	3.8	5.7	7.5	(십억불)	3.03	6.68	15.15
		성장률	7.68			성장률	17.6%		
		변동	• 시장규모는 유사한 수준이나 성장률이 높게 측정						
<시장동향 총괄 시사점>									
<ul style="list-style-type: none"> <li>(시장규모) 공중·육상·해양 무인이동체 시장규모 성장이 지속할 것으로 전망, 공중 무인이동체는 '25년부터 민수시장의 규모가 군수시장을 넘어설 것으로 전망'</li> <li>(시장동인) 시장성장을 유발하는 핵심동인은 첨단기술의 개발로, 첨단기술의 개발을 통해 다양한 산업으로 무인이동체 기술의 활용범위가 확대됨에 따라 시장을 성장시키고 있음</li> <li>(제품동향) 성능의 차별화와 함께 시장선점을 위한 유망 플랫폼 출시</li> </ul>									

## 가. 무인이동체 시장 구성

- 글로벌 무인이동체 시장은 운용환경에 따라 공중무인이동체(UAV), 육상무인이동체(UGV), 해양무인이동체(UMV)로 구분되며, 수요 측면에서 군수용 시장과 민수용 시장으로 구분
- 글로벌 무인이동체 시장은 군수용 시장을 중심으로 성장해 왔으나, 최근 농업, 광업, 치안, 운송, 에너지 산업 등 민수용 시장으로 급속히 확장
  - \* 취미용 UGV, UMV 제품의 출시도 있으나, 시장규모가 작아 조사되지 않음
- 글로벌 주요 시장보고서는 향후 민수용 무인이동체 시장의 급속한 성장을 전망하고 있으며, 5~10년 이후 민수용 시장의 규모가 군수용보다 크거나 비슷한 수준으로 성장할 것으로 예측

<표 2-50> 무인이동체 시장 분류체계

구분	군수용	민수용			취미용	
		상업용		산업 분야		
		공공 분야	산업 분야			
UAV	0	0	0	0	0	
UGV	0	0	0	0	—	
UMV	0	0	0	0	—	

## 【 참고 : 세부시장 유형화 】

- 주요 시장보고서는 무인이동체 시장을 군수용과 민수용으로 분류하고 있으나, 세부시장은 조사기관별로 상이한 분류체계를 가지고 있음
- 이에 본 로드맵의 시장분석은 각 세부시장을 아래 기준에 의해 다시 분류하여 정리하였음
- 글로벌 시장보고서를 기초로 시장규모 및 성장성, 시장동인, 제품동향을 대상으로 시장동향 분석

시장	세부시장	활용 보고서
UA V	(군수용) 군용 드론(대형, 초소형), 카운터드론 시장 (상업용) 건설, 인프라, 농업, 기업용 카운터드론, 오일&가스, 부동산, 광업용, 전문촬영, 공공안전, 물류, 승객용 (취미용) 취미용 시장	levitatecap, The Future of the Drone Economy 2021
UGV	(군수용) 군수용, 사법 집행용 (민수용) 소방, 오일&가스, 농업, 자동배송, 보안	M&M, UGV Market_Global Forecast To 2030
UM V	(군수용) 군수용 (민수용) 연구용, 상업용	Mordor Intelligence, Global Unmanned Marine Vehicles Market 2021

### 나. 공중무인이동체 시장동향

#### (1) 군수용 시장

- (시장규모) 2020년 기준 글로벌 군수용 공중무인이동체 시장은 약 80억 달러 수준으로 향후 15년간 지속적인 성장이 전망되고 있으며, 대형 군용기를 중심으로 시장경쟁이 심화될 것으로 예상됨

- 2020년 전체 약 80억 달러 규모에서 2030년 약 170억 달러 규모로 성장 전망(levitatecap The Future of the Drone Economy 2021)
- Bass 모형으로 추정한 결과, 군수용 시장의 성장은 지속되나, 2030년을 기점으로 포화상태가 되어 성장률이 감소할 것으로 전망

\* 시장성숙을 앞두고 성장률 제고를 위해 주요기업들은 적극적 기술혁신을 추진하고 있으며, 혁신적인 제품(Black-Hornet, Kratos XQ-58A 등)이 출시되어 경쟁이 활발

## <표 2-51> 군수용 공중무인이동체 시장규모

(단위 : 십억 달러)

연도	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	'34	'35	CA GR
연평균 성장모형	8.1	8.7	9.4	10.1	10.9	11.5	12.4	13.3	14.4	15.5	17.0	18.3	19.7	21.2	22.8	24.6	7.7%
Bass모형	7.6	8.5	9.4	10.2	11.1	12.0	12.9	13.8	14.6	15.4	16.1	16.8	17.2	17.6	17.7	17.7	5.8%

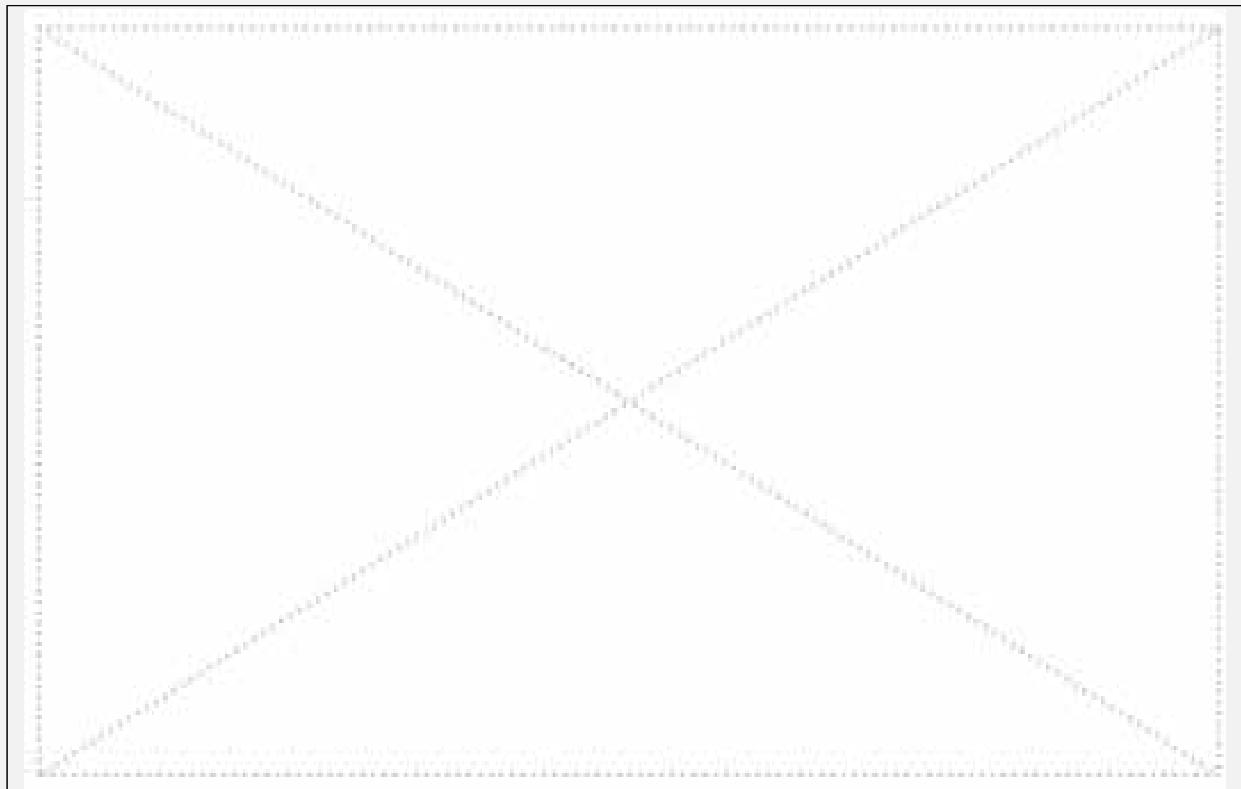
\* 주1) 연평균성장모형은 “levitatecap The Future of the Drone Economy 2021” 제공 예측데이터

\*\* 주2) Bass모형은 마켓보고서 데이터를 기반으로 Bass 확산모형을 적용하여 시장규모 추정

## 【 참고 : 시장규모 추정 】

- 시장규모 추정을 위해 연평균성장률 모형, 선형 성장모형, S자 성장모형 등이 활용되고 있음
- 주로 활용되는 연평균성장률 모형은 시장이 매해 연평균성장률 만큼 지속적으로 성장한다는 비현실적 가정에 기반하여 장기 예측 시 시장을 과대 평가하는 경향이 있음
- S자 성장모형은 초기에는 시장이 급성장하지만 일정 기간이 지나 포화점에 이르면 더 이상 시장이 성장하지 않는다는 현실적인 가정에 기반하고 있어, 보다 합리적인 미래 시장규모 예측이 가능
  - \* Bass 모형은 新기술의 습득이 외부적 요소(미디어, 광고 등)와 내부적 요소(구전 효과)에 이루어진다고 가정하에 시장의 성장규모를 예측하는 모형

<S자 성장모형 개념도>



- (시장동인) 국방예산의 증가, 방산수출규제 완화, 상업용 부품의 적용 등의 동인이 군수용 공중무인이동체 시장을 성장시키고 있음
  - (국방예산) 주요국의 국방예산이 증가추세이며, 미국, 중국, 이스라엘 기업이 군수용 공중무인이동체 시장에서 경쟁 중이며, 국방예산을 통해 R&D 자금이 조달되어 시장의 주요 동인으로 작동
    - 美 국방부는 무인기 시장의 핵심 고객으로, '20년 전체 드론시장의 약 40%를 차지하고 있음
      - \* 미국 무인시스템에 대한 지출은 2013년 54억 달러에서 2020년 91억 달러로 6년 동안 70% 증가(wall Street Journal, 2019)하여 시장의 최대 수요자로 자리 잡고 있음
      - \*\* SIPRI 보고서에 따르면 2019년 전 세계 국방비 지출은 전년 대비 7.2% 증가했고, 여러 국가의 안전과 보안을 보장하기 위해 방어 역량을 강화하는 데 초점을 맞추고 첨단 기술 시스템에 대한 수요가 증가할 것으로 예상
    - 주요 차세대 군용 무인기가 국방 예산을 통해 R&D 자금이 조달되어 개발이 진행되고 있음

<표 2-52> 국방예산 조달로 개발된 공중무인이동체

주요 제품	내용
Kratos XQ-58A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2020년 7월 美 공군은 스카이보그 프로그램을 위해 크라토스社, 보잉社, 제너럴 아토믹스社, 노스롭 그루먼社와 각각 4억 달러의 시제기 개발 계약을 체결하여 XQ-58A 개발</li> <li>• XQ-58A는 스텔스 무인전투기로, 무인기가 호위전투기 역할을 하며 유인기 및 무인기와 함께 작전 수행 가능</li> </ul>
UK's Project Mosquito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 英 공군은 유인기와 무인기가 협동하여 비행하는 기술개발 프로그램 Project Mosquito를 추진하며 3천만 파운드를 투자</li> <li>• Northrop Grumman 등 방산기업과 함께 스카이보그에 활용하기 위한 무인항공기를 개발</li> </ul>
Boeing MQ-25	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 美 해군은 7대의 MQ-25를 설계, 제조, 테스트 및 인도하기 위해 보잉에 총 8억 9천만 달러를 지급하여 무인공중급유기를 개발</li> <li>• 항공모함에서 배치되는 공중 급유기 MQ-25는 2021년에 테스트를 시작</li> </ul>
Sukhoi S-70 Okhotnik-B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 러시아 국방부는 Sukhoi社와 함께 무인 스텔스 전투기 Sukhoi S-70 Okhotnik-B 개발</li> <li>• 공대공 미사일을 장착해 발사하는 시험을 2021년 실시</li> </ul>

\* 주) levitatecap The Future of the Drone Economy 2021

- (수출규제 완화) 핵심기술 보호를 위한 무기수출 제한은 군수용 공중무인이동체 시장성장에 영향을 미치며, 수출 제한의 완화는 시장의 성장을 유발하고 있음
  - 20년 7월, 美 정부는 시속 800km 미만으로 비행하는 무장한 미국 무인항공기의 해외판매를 허용하는 법안에 서명하여, 미국의 대형 무인기에 대한 판매 증가 예상
- (상업용 부품의 적용) 조달이 유리한 상업용 부품의 성능이 군용 부품의 성능과 근접한 수준으로 개발되고 있어 군용 무인기의 개발 및 보급이 확산되고 있으며, 이에 따라 중국·터키·이란 등 후발주자의 시장참여가 활발
  - 상업용 인공지능칩, 공개AI알고리즘 등을 바탕으로 상업용 탑재부품 등이 기존 군용 부품 성능에 근접한 것이 군용 무인기의 확산에 기여
  - 터키는 미국·이스라엘 무인기와 유사한 성능이나 저가의 군용 무인기\*를 개발해 실전배치하고 주변국에 수출
    - \* 터키가 아제르바이잔 등에 수출한 TB2는 美 RQ-9에 비해 성능이 미치지 못하나, 가격이 1/10 수준이고, 공격능력을 갖추고 있어 주변국에서 인기

<표 2-53> 후발국 군용 공중무인이동체

주요 제품	내용
 터키 TB2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•운용범위는 약 320km로 美 MQ-9의 1/5 수준이며, 장착가능한 무기도 제한적이나 MQ-9의 1/10 수준의 가격</li> <li>•미국, 영국, 프랑스, 캐나다 민수용 회사들의 부품들을 구입하여 개발 및 조립(英 가디언)</li> <li>•터키, 카타르, 아제르바이잔, 우크라이나, 리비아 등 국가에서 임무 수행 중</li> </ul>
 이란 Shahed-129	<ul style="list-style-type: none"> <li>•작전 반경은 1,700km, 데이터링크는 200km, 비행 시간은 24시간, 비행고도는 24,000 피트</li> </ul>

□ (제품동향) 요구 임무의 수준이 고도화되고, 기술혁신이 진행되어 경쟁력 있는 군수용 공중무인이동체가 다수 출시되고 있으며, 이에 따라 시장 내 경쟁이 심화되고 있음

- (임무영역 확대) 정찰, 수송, 공격 외에 유인기와 협동임무를 수행하는 등 임무영역이 확대되어, AI기술 및 고속비행 중심의 기술이 개발되고 있으며, 혁신적인 제품이 출시되어 시장 내 경쟁 중
  - 군용임무 투입이 확대되면서 인공지능, 초소형화, 저소음, 카메라 기술, 인터페이스 등 기술 발전이 진행되고 있음

<표 2-54> 군수용 공중 무인이동체 제품 동향

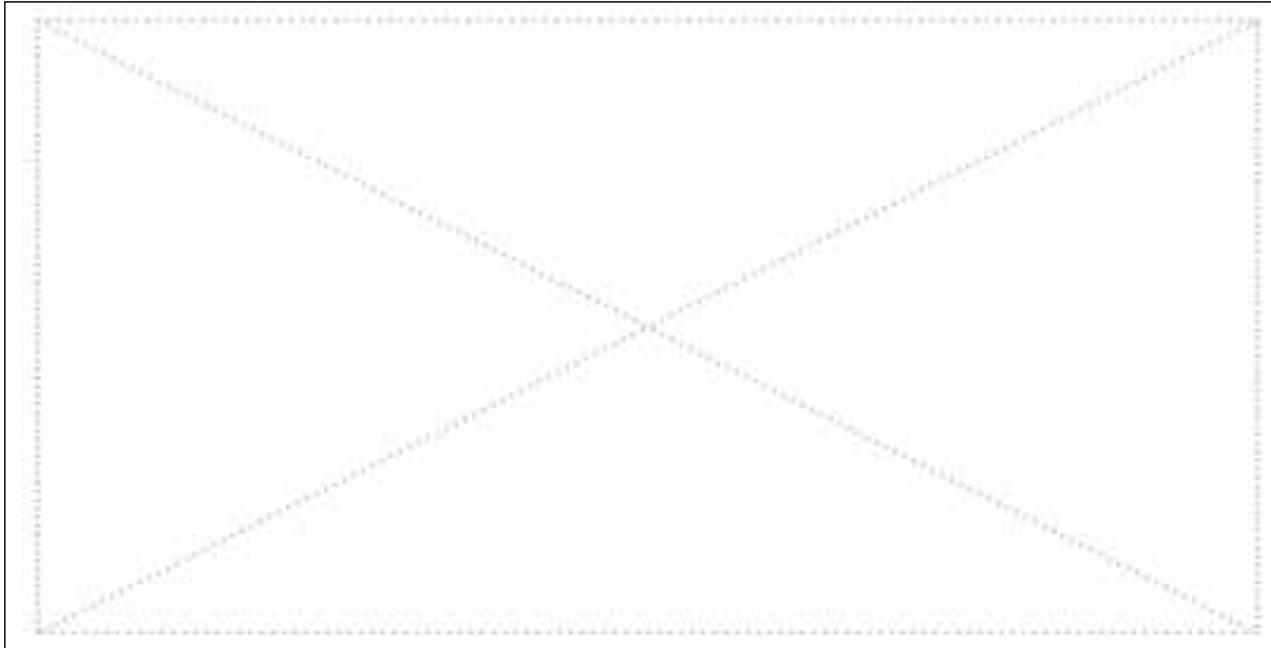
주요 제품	내용
 Black-hornet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FLIR社의 Black-hornet은 36g 초소형 저소음 드론으로 미국, 한국, 프랑스, 영국, 독일, 인도 등 군에서 채택하여 배치</li> <li>• 초경량 나노 드론으로 최대 비행시간 25분이며, 실황 동영상과 HD 스틸 이미지를 운영자에게 전송하여 군사작전에 용이</li> </ul>
 Switchblade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 美 육군은 정찰 및 배회탄약기능을 가진 소형 무인기인 AeroVironment의 Switchblade에 대한 7,600만불의 조달계약 체결(`20.5)하여 다양한 작전에 활용</li> <li>• 35센티길이로 1명의 운용자가 무선으로 화면을 보면서 정찰 및 자폭을 수행하며, 속도는 약 70-140킬로로 범위는 약 3000미터</li> </ul>
 Skydio2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 美 육군은 차기 소형드론으로 인공지능기반 자율비행 기능을 갖춘 Skydio2 채택</li> <li>• 자율비행기능으로 복잡한 조종장치가 불필요하여 보급이 용이하며, 1.8GHz 주파수를 이용해 10km까지 비행 가능</li> </ul>
 Golden-One	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EO/IR 카메라기술을 특화한 TEAL社 Golden-One은 美 육군에 의해 채택되어 활용</li> </ul>

\* 주) 각 기업 홈페이지 및 관련 기사를 참고하여 작성

- (Skyborg 프로그램) 美 공군은 AI기술을 적용해 정찰 및 지상공격에 집중된 무인기의 임무능력을 유인전투기와 협동전투로 향상하는 Skyborg 프로그램 개발 중
  - 유인전투기가 지휘하는 무인전투기 편대가 적국영토에 침투해 미사일기지, 레이더 및 통신시설 등의 파괴가 주요 임무

- 무인전투기와 유인전투기가 협동임무 수행을 위해 AI기술 등의 확보가 핵심이며, 고속비행이 가능한 중대형 무인기기술 확보 필요
  - \* 현 무인기보다 고속비행( $M0.4 \rightarrow M0.8$ )이 필요, 크기도 소형전투기 이상 필요

[그림 2-14] Skyborg 운용 개념도



- 초음속 비행 가능한 램제트, 스크램제트 엔진 등을 적용해  $M3.0$  이상으로 비행 가능한 무인기 연구개발도 추진 중
  - \* (중국) 터보-램제트 복합 싸이클 엔진을 채택한 WZ-8 극초음속 무인기 개발중
- (안티드론) 레이저 및 고출력 마이크로파 등 기술을 활용하여 드론 위협에 대응하는 안티드론 분야 투자 활발

<표 2-55> 군수용 안티드론 제품동향

주요 제품	내용
ATID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capture Systems에서 개발한 안티드론 시스템으로 최대 최대 5개의 위협 동시에 감지, 최대 <math>65\text{km/h}</math>(거리 1km 이내) 주행 드론 추적</li> <li>• 카라칼 포탑 시스템을 기반으로 ATID는 일 및 열 카메라를 사용하여 실시간 광학 위협 탐지 및 추적을 제공</li> <li>• 시스템에는 GPS를 장착하여 대상의 방향을 파악하는 것뿐만 아니라 방해 기술 및 무기 페이로드를 향상 등 추가기능 선택 가능</li> </ul>
EchoGuard	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Echodyne에서 개발한 C-UAS 시스템으로 단일 및 다수드론을 감지하고 추적</li> <li>• human-in-loop, AI visual confirmation을 위해 정확하고 지속적인 영공 스캐닝 기능 제공</li> <li>• EchoGuard는 다양한 포맷 옵션으로 상세한 데이터를 출력하여 세부 보안 기록에 용이</li> </ul>

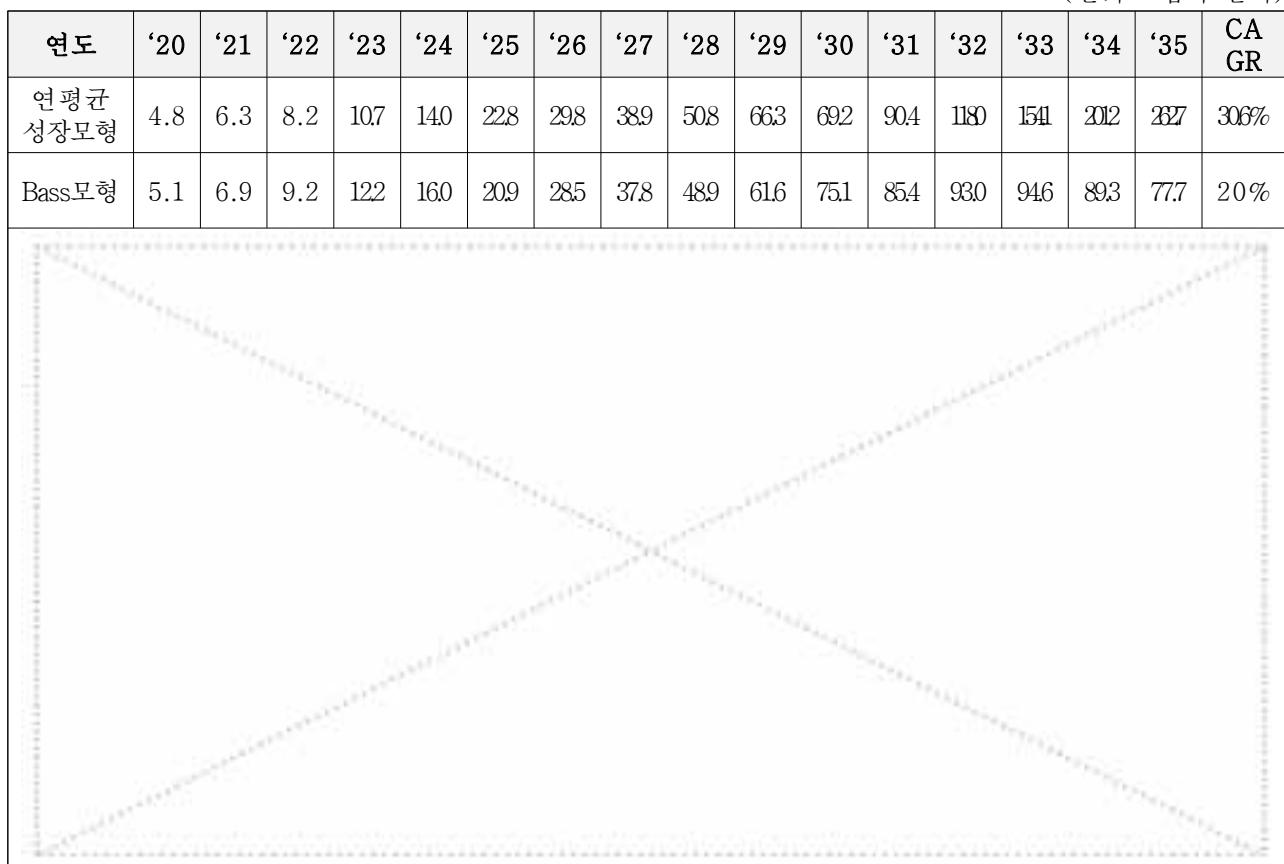
\* 주) 각 기업 홈페이지 및 관련 기사를 참고하여 작성

## (2) 민수용 시장 : 상업용 UAV

- (시장규모) 2020년 기준 글로벌 상업용 공중무인이동체 시장은 약 48억 달러 수준으로 향후 15년간 급속한 성장이 전망되고 있으며, 물류, 인프라 관리, 농업 분야가 시장성장을 주도
  - 2020년 전체 약 48억 달러 규모에서 2030년 약 690억 달러 규모로 성장 전망(levitatecap The Future of the Drone Economy 2021)
  - 상업용 시장은 2023년을 기점으로 급속한 성장이 전망되어 판매량이 대폭 증가하며, 기업 간 경쟁 심화
    - \* 시장의 급속한 성장 전망으로 다수의 기업이 상업용 공중무인이동체 시장에 활발히 진출할 것으로 전망되며, 가장 큰 성장이 전망되는 물류 분야의 경우 아마존, 구글, 월마트 등 글로벌 기업이 이미 활발히 진출하고 있음

<표 2-56> 상업용 공중무인이동체 시장규모

(단위 : 십억 달러)



\* 주1) 연평균성장모형은 “levitatecap The Future of the Drone Economy 2021” 제공 예측데이터

\*\* 주2) Bass모형은 마켓보고서 데이터를 기반으로 Bass 확산모형을 적용하여 시장규모 추정

- 시장 세부 분야별로 보면 물류, 승객용, 농업 분야의 상업용 공중 무인이동체 시장의 성장이 가장 크게 증가하고 있어 전체 시장 성장을 주도하고 있음

<표 2-57> 분야별 공중무인이동체 시장규모

(단위 : 백만 달러)

연도	2020	2025	2030	성장률
건설	1,900	8,500	11,000	19%
BEI	400	1,900	5,000	29%
농업	300	1,800	4,000	30%
안티드론	200	900	1,700	24%
자원	200	1,200	1,800	25%
부동산	100	600	1,200	28%
전력산업	100	700	1,400	30%
광업	100	400	900	25%
전문촬영	100	600	1,300	29%
공공안전	700	3,000	5,000	22%
물류	100	3,600	33,000	79%
승객용	–	200	22,000	156%

\* 출처 : levitatecap The Future of the Drone Economy 2021

- (시장동인) 첨단기술 개발, 규제완화, 공공수요 창출 등이 동인이 되어 시장을 성장시키고 있음

- (첨단기술 개발) 인공지능, 정밀항법 등 무인이동체 핵심기술의 발전을 통해 다양한 산업으로 드론과 무인기의 적용 확대를 유발하여 시장성장을 촉진

- (인공지능) 드론의 채택영역을 확대하고 다양한 임무를 수행하기 위해 인공지능이 핵심 동인이 되며, 시장을 선도하는 기업들은 인공지능 성능에 집중하고 있음

\* 미국은 인공지능 드론분야에 집중적으로 투자해, 드론 스스로 충돌 회피와 자율비행이 가능한 제품을 출시해 세계시장을 공략

\*\* (Skydio) 스카이디오에서 개발한 R1은 AI를 탑재하여 사용자의 제어와 조종이 필요 없으며, 완전 자율비행이 가능하도록 개발 중

- (정밀항법 및 상황인지) 위치를 인식하고 안전하게 비행을 하기 위해 필수적이며 특히 충돌 회피(Sense and Avoid)와 관련된 연구가 활발히 진행 중으로 드론이 대상을 인식하고 스스로 운항경로를 결정하는 단계까지 개발이 진행

- \* 자율주행 및 무인기의 항법제어 기술 개발 협업을 위해 3D로보틱스, 인텔, 퀄컴 등이 주축이 되어 전 세계 1,200개 이상의 회사들이 참여하는 오픈소스 플랫폼 공유
- \*\* (Bosch) 다중센서 정보를 인공지능의 딥러닝 알고리즘으로 통합 및 인지하고, 비 협조적 대상에 대한 자율형 충돌탐지 회피능력 기술을 개발 및 확보 중
- (체공시간) 체공시간 확대는 개인/취미용 드론의 협소한 활용범위를 벗어나 산업용의 임무수행 및 중/대형 드론 비행을 가능하게 하는 핵심 요소로 상업용 시장성장의 동인이 되는 기술
  - \* (DJI) '매트리스 100(Matrice 100)'에 수소 연료전지를 탑재하여 인텔리전트 에너지 시스템 구축, 비행시간 1시간 달성
  - \*\* (Alakai) 알라카이의 스카이(Skai)는 최대 5명의 승객이 탑승하여 640km의 주행(최대 4시간)이 가능한 수소용 개인 비행체로 배터리 문제가 해결을 위한 대안으로 개발을 진행 중
- (규제완화) 드론 활용규제의 완화로 다수 기업들이 도심형 물류시장에 진출하고 시험비행을 수행하여 시장규모를 성장시키는데 기여하고 있음
  - 무인기를 통한 빠른 배송은 긴급구호물품 배송 등에 주로 활용되어 왔으나, 기술개발 및 규제완화로 일상에서 무인기를 통한 배송
    - 물류가 활성화될 것으로 전망
  - 드론 배송의 안전성, 정확성을 중심으로 기술개발이 추진되어, 이에 따른 규제완화 중
    - \* (Alphabet) Alphabet의 Wing은 `19년 18개월 동안 3,000건 이상 배송을 완료하여 호주 캔버라로부터 공공드론 배송서비스 규제 승인받았으며, 버지니아주에서 드론배달 테스트 중
    - \*\* (Amazon) Amazon은 연방항공국(FAA)로부터 Prime Air 배송 드론의 테스트를 승인받았음(`20.9)
    - \*\*\* (Walmart) Walmart는 드론배송시장에 진출하기 위해 Flytrex, Zipline 및 Quest Diagnostics와 제휴
    - \*\*\*\* (Zipline) 장거리드론을 통해 샌프란시스코-노스캐롤라이나로 의료용품 배송하는 것에 대해 FAA 면제
  - 한편, 소형드론의 경우 중국이 세계시장의 대부분(70%이상)을 장악하고 있으나, 미국정부의 DJI사 제품의 미국내 공공분야 사용 금지 조치로 변화예상
    - \* DJI사의 클라우드 네트워크 기반 드론운용 플랫폼이 미군의 운용정보를 유출한다는 의혹 제기가 계기

- (공공수요) 농업, 건설, 물류 등 상업용 시장 확대에 정보의 공공수요도 중요한 비중을 차지하고 있음

\* 2020년 DJI는 중국에서 2만 대의 농업용 드론을 판매했으며, 그 판매의 대부분은 국영 농업 회사

- (제품동향) 저가·소형 중심의 단순 활용용 드론 중심 시장에서 점차 농업·감시·정비·측량·배송 등 산업 임무 수행을 위한 고가·중형 중심으로 제품출시

- (농업) 농업용 무인기는 토양 및 작물 모니터링, 관개 및 농약살포 등을 중심으로 활용중이고, 농약 침투율 증가, 정밀운행, 탱크용량확대, 작물 데이터 확보 기술개발 중

\* 농업용 드론은 본체에 탑재된 GPS와 센서를 활용하여 파종, 시비, 잡초방제 등을 수행하며 기술가변시용기술(Variable rate application, VRA)과 통신시스템이 탑재되어 토양 매핑(Mapping), 작물 생육상태, 재배관리 및 병해충 검사 등에 활용

<표 2-58> 농업용 공중 무인이동체 제품 동향

주요 제품	내용
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•AgEagle에서 개발하여 농약살포, 농지 데이터 매핑용으로 활용</li> <li>•최대 60분 운행 가능하며, 3kg 정도의 무게로 경량화하여 작업전 이동이 편리</li> <li>•수천 개의 고해상도 NIR/NDVI 항공 이미지를 캡처하고 단일 배터리 충전으로 최대 400에이커까지 작업가능</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Parrot에서 개발한 농업용 분석드론</li> <li>•Parrot Sequoia 다중 스펙트럼 센서 및 14MP 전면 RGB 카메라를 통해 작물분석 기능 향상</li> <li>•수집된 작물 데이터에 대한 심층 분석을 위한 Pix4Dfields 데스크톱 및 클라우드 소프트웨어와 패키지 상품을 구성하여 운항외에 부가적인 서비스기능 강화</li> </ul>
BLUEGRASS	

\* 주) 각 기업 홈페이지 및 관련 기사를 참고하여 작성

- (건설 분야) 지형 매핑, 토지 측량, 장비 추적, 원격 모니터링, 현장보안, 인력 안전 및 구조 검사에 주로 활용 중이며, 건설현장 내 임무 다양화로 SW-HW 호환성 및 자율화를 중심으로 제품개발 중

<표 2-59> 건설분야 공중무인이동체 주요 임무

임무 유형	임무 세부 내용	기술양상
원격 모니터링 및 진행 보고	•항공 드론을 통해 건설현장 전체를 조망하고, 각 작업현장간 커뮤니케이션 지원	•정교한 현장스캔 및 3D 현장구현
지형 매핑 및 토지 측량	•지형을 반복 이동하여 정확히 매핑하고 토지 측량 데이터 제공	•스캔 및 매핑기술 고도화
건물 구조검사	•열센서를 통해 누출, 전기문제 및 기타 이상	•센서를 통한 탐지 및 데이터수

임무 유형	임무 세부 내용	기술양상
	을 감지하여 데이터 제공	집
개인안전감시	●작업자 안전상태 모니터링	●인공지능을 통한 안전상태 인식, 장시간 운용
건설장비 추적관리	●건설현장의 많은 차량 및 장비의 위치를 파악하고 작업지역으로 안내하여 작업효율화	●인공지능을 통한 장비관리 및 장비가동 현황 파악후 보고
건설현장 보안	●건설현장 내 보안 감시	●정교한 모니터링, 장시간 운용

- (물류) 배송범위 및 배송 가능지역을 확대한 제품이 출시되며 시장 내 경쟁하고 있음

**<표 2-60> 배송용 공중 무인이동체 제품 동향**

주요 제품	내용
	<ul style="list-style-type: none"> <li>●P-SQUARE에서 개발하여 물류배송, 재난물품 배송 등에 활용</li> <li>●2.4GHz주파수 및 LTE 5G망을 사용하여 실시간 영상전송 및 위치정보를 제공 받을 수 있음</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>●USIS에서 개발한 TB-503은 6개 로터 비행으로 안정적인 운항 가능하여 악천후 물류배송에 유리</li> <li>●국내 최초 해상배송에 성공하였으며, 해수면 부력기능으로 유사시 해수면에 착륙가능</li> </ul>

\* 주) 각 기업 홈페이지 및 관련 기사를 참고하여 작성

- (승객용) '30년 이후 본격적인 상업운항을 목표로 4~6명의 승객을 100km 이내에 운송할 수 있는 eVTOL\*개발이 전세계적 추진 중

\* 전기동력 수직이착륙기로, 드론기술을 확장해 사람과 화물 운송

- 현재 개발 기체는 상용화보다 기술실증의 의미가 크며, 실제 운용은 '30년 이후 가능할 것으로 전망

\* 1시간 이상 비행을 위한 전기동력원 확보가 핵심이며, eVTOL용 차세대 배터리 혹은 수소연료전지 개발 필요

- 국내의 경우 현대차·한화KAI·대한항공 등이 UAM용 eVTOL 개발을 추진 중, 해외 NASA 등은 드론·UAM 등의 무인자율비행체와 유인항공기가 공역을 공유하기 위한 차세대 공중관제시스템에 대한 연구를 진행

- (인프라관리) 무인기를 활용한 인프라관리 분야는 규제로 인해 교외 지역을 중심으로 활용 중이며, 자율성 및 정밀촬영, 데이터분석 기능 강화를 중심으로 제품개발 중

- \* (Skydio) 항공규제가 심한 도심내 인프라 관리에 진출 중이며, 미 항공규칙 결정위원회(ARC)에 참여(`21.6)

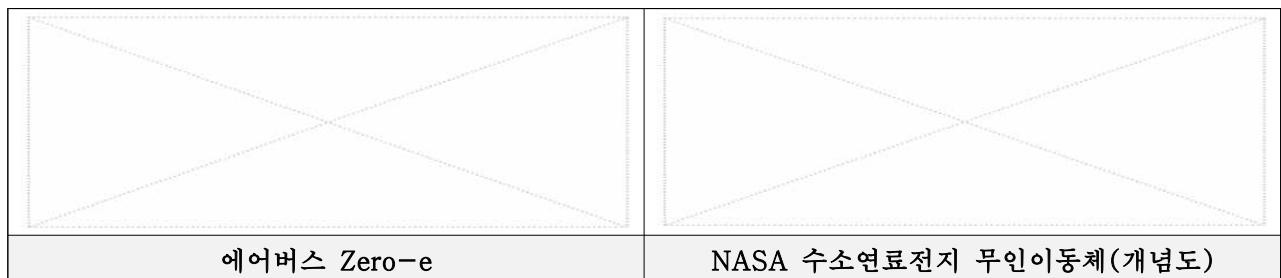
<표 2-61> 인프라관리 공중 무인이동체 제품 동향

주요 제품	내용
SCORPION	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantum systems에서 개발한 인프라 관리 전문 드론</li> <li>극한 환경 및 고온·저온 조건에서도 사용하도록 최적화하였으며, 작동 범위는 최대 15km이며 해당 거리에서도 원활한 데이터 전송이 가능하여 인프라 관리에 적합</li> <li>자체 개발한 소프트웨어를 사용하면 비행 중 임무를 동적으로 조정하여 임무 전, 중 또는 후에 지도나 비디오에 표적을 표시하고 임계점을 표시하거나 감지</li> </ul>
INPIXAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>NOVADEM에서 개발한 소형 드론으로 인프라 검사 및 항공 측정에 활용</li> <li>360도 관찰이 가능하며, 전용 SW 탑재하여 데이터 분석에 적합</li> </ul>

\* 주) 각 기업 홈페이지 및 관련 기사를 참고하여 작성

- (탄소중립) 항공우항분야에서 탄소중립을 구현하기 위해, 주요 기업 및 연구기관은 수소연료 전지 기술을 적용한 중대형 항공기를 연구 중

[그림 2-15] 개발 중인 차세대 수소 무인항공기



### (3) 민수용 시장 : 취미용 UAV

□ (시장규모) 2020년 기준 글로벌 취미용 공중무인이동체 시장은 약 30억 달러 수준으로 향후 15년간 지속적 성장 전망

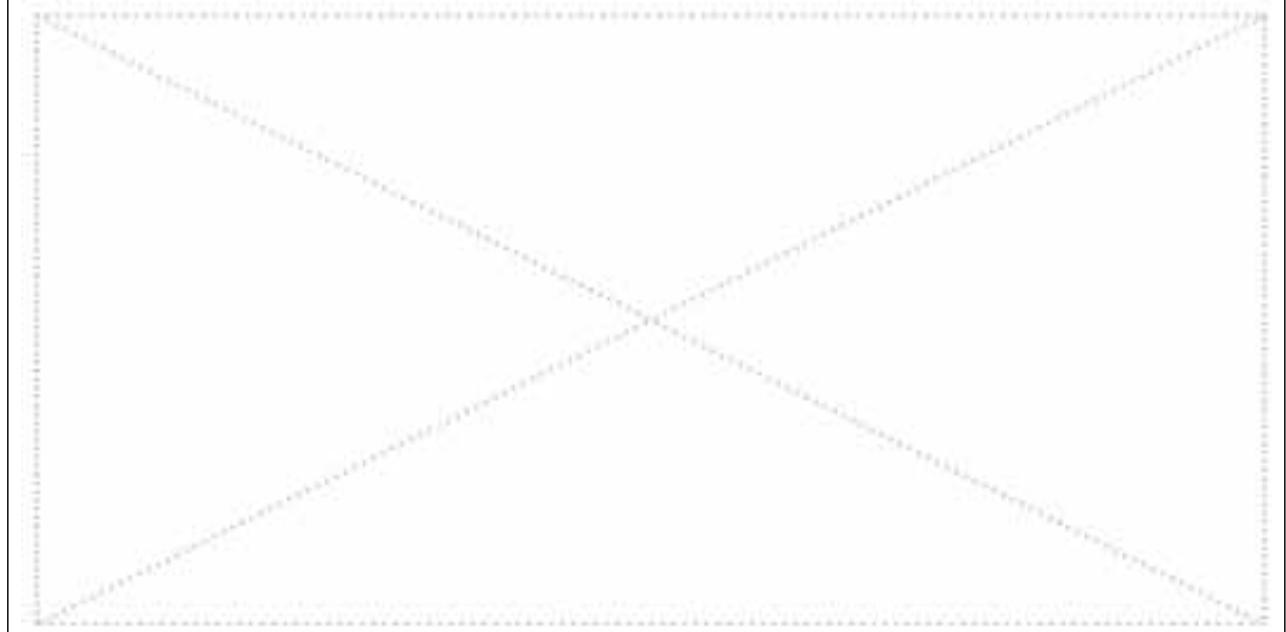
- 2020년 전체 약 30억 달러 규모에서 2030년 약 53억 달러 규모로 성장 전망(levitatecap The Future of the Drone Economy 2021)
- 취미용 시장은 급속한 성장이 예상되지는 않으나 지속적으로 시장규모가 확대될 것으로 전망되며, 2030년 이후 성장률이 점차 감소하는 것으로 추정

\* FAA 보고서에 의하면, 2019년 이후 취미용 드론 등록 추이는 정체될 것으로 전망

**<표 2-62> 취미용 공중무인이동체 시장규모**

(단위 : 십억 달러)

연도	‘20	‘21	‘22	‘23	‘24	‘25	‘26	‘27	‘28	‘29	‘30	‘31	‘32	‘33	‘34	‘35	CA GR
연평균 성장모형	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.2	4.4	4.7	5.0	5.3	5.3	5.6	5.9	6.3	6.7	7.0	5.9%
Bass모형	2.9	3.1	3.4	3.7	4.0	4.2	4.5	4.7	4.9	5.1	5.3	5.4	5.5	5.5	5.5	5.4	4.2%



\* 주1) 연평균성장모형은 “levitatecap The Future of the Drone Economy 2021” 제공 예측데이터

\*\* 주2) Bass모형은 마켓보고서 데이터를 기반으로 Bass 확산모형을 적용하여 시장규모 추정

- (제품동향) 취미용 소형 드론은 페이로드\*를 선택하여 부착하게 하는 등 편의성을 높이는 한편, 촬영기능을 향상시키는 등 기능개선도 추진 중

\* 페이로드는 보통 항공기의 탑재 하중을 의미하는데, 드론의 경우 목적에 따라 탑재하는 추가 장비들을 지칭

- 중저사양 부품을 활용하여 가격경쟁력을 갖추고, 페이로드를 옵션으로 하여 소비자 편의성을 강조
- 기능적인 측면에서 기존 드론의 지속적 성능개선으로 전문가용 촬영제공, 비행시간 증가, RTH(Return To Home)기능 등 기체 성능 향상

<표 2-63> 취미용 드론 주요 제품

DJI – Mavic air	Parrot – Anafi FPV	XIRO – 엑스플로러 V	제로테크 – 도비
			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 48MP 사진&amp;4K60fps 동영상</li> <li>- 10km 1080p 영상전송</li> <li>- 최대 비행시간 34분</li> <li>- Focus track 기능</li> <li>- HDR 사진/동영상/파노라마</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고글을 통해 조종 몰입감 향상</li> <li>- 2,100만 화소 카메라</li> <li>- 4K HDR 동영상 및 사진</li> <li>- 비행시간 최대 26분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1080P 30fps FULL HD 영상촬영</li> <li>- 스마트배터리(비행가능거리 자동 계산), RTH</li> <li>- GPS와 COMPASS 이용 고정밀 포지셔닝</li> <li>- 비행시간 최대 25분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1300만 픽셀, 4K이미지</li> <li>- 1080p 비디오</li> <li>- 소형화로 실내 운용도 가능</li> <li>- 안면인식 및 타겟 팔로잉 기능</li> <li>- 제스쳐 베이스 운용</li> </ul>

\* 주) 각 기업 홈페이지 및 관련 기사를 참고하여 작성

## 다. 육상무인이동체 시장동향

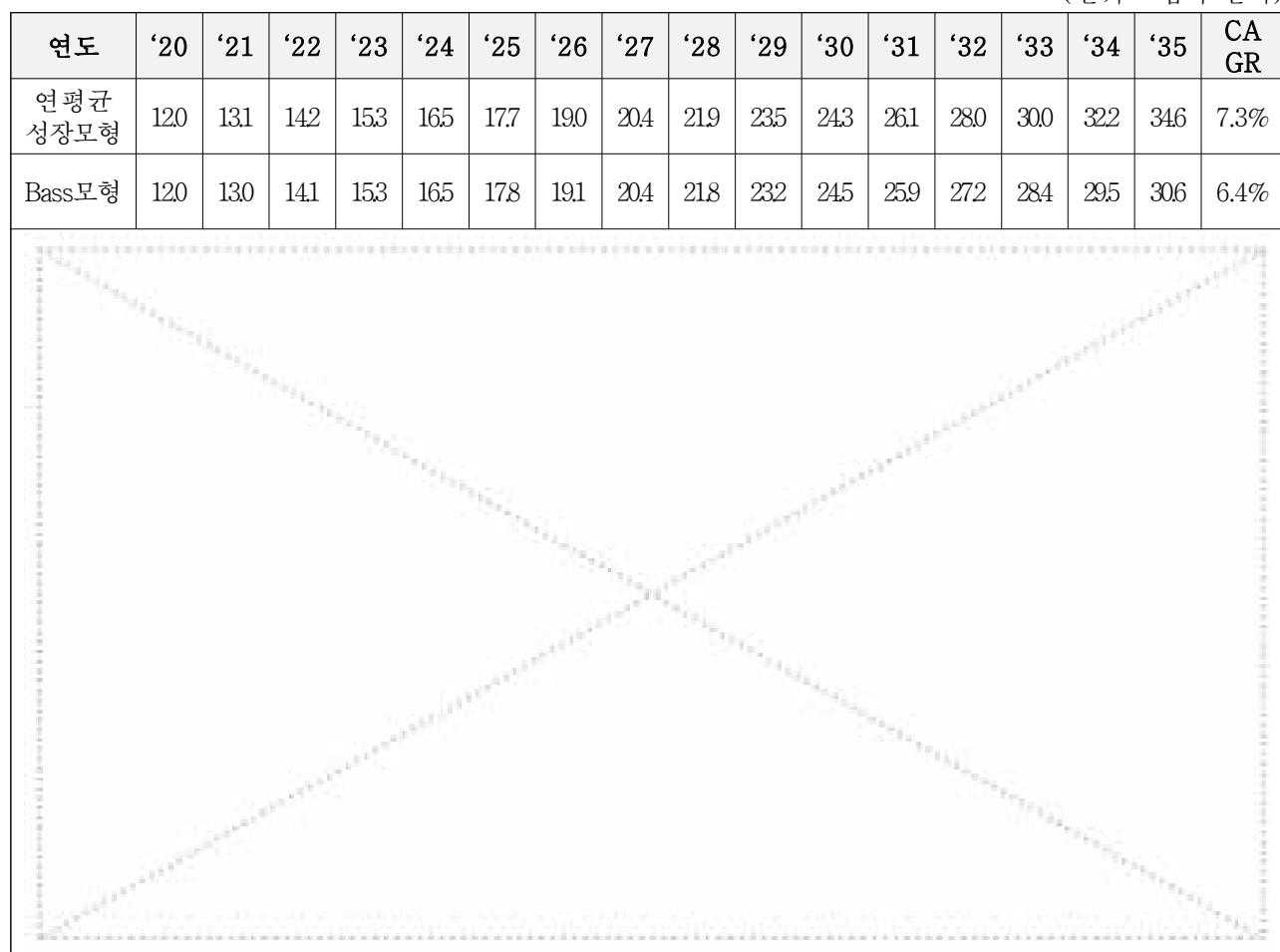
### (1) 군수용 시장

□ (시장규모) 2020년 기준 글로벌 군수용 육상무인이동체 시장은 약 12억 달러 수준으로 향후 15년간 지속적 성장 전망

- 2020년 전체 약 12억 달러 규모에서 2030년 약 24억 달러 규모로 성장 전망(UNMANNED GROUND VEHICLES (UGV) MARKET – GLOBAL FORECAST TO 2030)

<표 2-64> 군수용 육상무인이동체 시장규모

(단위 : 십억 달러)



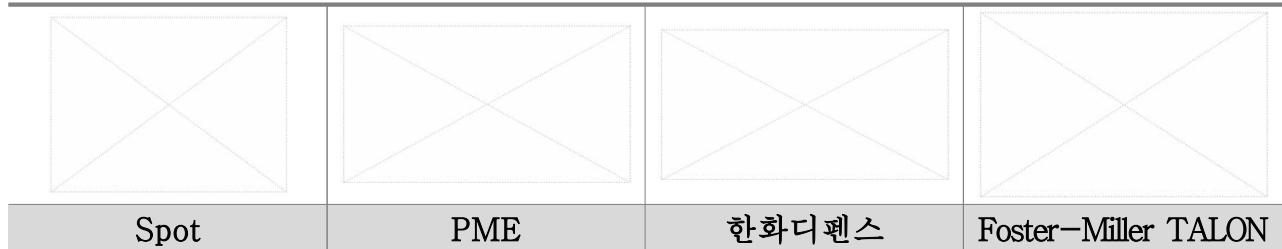
\* 주1) 연평균성장모형은 “levitatecap The Future of the Drone Economy 2021” 제공 예측데이터

\*\* 주2) Bass모형은 마켓보고서 데이터를 기반으로 Bass 확산모형을 적용하여 시장규모 추정

□ (시장동인) 기술수준 향상, 위험/반복 임무 적용 확대로 인해 시장 규모가 성장하고 있음

- (기술수준 향상) 국방분야는 병력의 안전을 위해 육상무인이동체의 지속적 도입을 추진하였으며, 기술수준의 향상은 군용 육상무인이동체 활용을 확대하고 시장규모를 성장시키고 있음
  - 족형 육상무인이동체 개발이 활성화되어 다양한 군사작전과 험지에 투입되고 있음
    - \* 2족·4족 보행 기술, 험지주행, 임무수행을 위한 로봇암 등의 기술수준 향상으로 군용 무인이동체의 적용범위 확대 중

[그림 2-16] 차세대 군용 육상 무인이동체



- (위험/반복임무 적용 확대) 감시, 정찰 등 위험 및 반복적 임무에 육상 무인이동체의 활용이 증가

- Northrup Grumman Corporation, Boeing Company, IAI, Textron Inc. 및 iRobot Corporation 등 방산기업은 정보, 감시, 정찰 및 표적 획득 기능을 갖춘 군용 육상 무인이동체 개발

□ (제품동향) 단일한 임무수행을 목표한 제품에서 여러 가지 임무를 수행가능한 MMUGV(Multi-Mission Unmanned Ground Vehicle)로 제품이 발전하고 있음

- (임무영역 확대) 미 국방부는 MMUGV의 개발을 진행하고 있으며, 목표로 하는 기능은 무인 무장 및 교전, 급조폭발물의 처리 능력의 확보를 목표로 함

- 독일 라인메탈社는 미션마스터UGV(MUGV)의 개발을 추진이며 캐나다의 8x8 차륜형 어벤져를 베이스로 함

\* 온보드 발전기로 구동되는 하이브리드 전기드라이브를 사용하여 최대 8시간의 임무 자율성을 유지함

- MMUGV에게 기대하는 완전한 자율성과 전투능력은 장기적인 목표로 기대하고 있는 역량임

[그림 2-17] 주요 군용 UGV



\* 주) 각 기업 홈페이지 및 관련 기사를 참고

- (플랫폼간 통신) 교차플랫폼간 운영을 위해서는 다른 플랫폼간의 통신기능이 환경에 상관없이 이루어져야 하며, 이는 정찰 등 정보 수집 및 운용 효율성에 중요한 기능을 할 수 있음
  - 미국이 계획중인 통합 유무인 작전체계 개념의 구현을 위해서는 필수적으로 요구되는 역량 분야
- \* Silvus Technologies社는 UGV-UAV간 통신을 위한 데이터링크 및 통신 솔루션을 제안함
- (군집운용 개발) 현재 소수의 숫자로 사용되고 있는 UGV들 가운데, 소형 UGV위주로 군집운용에 관한 연구가 이루어지고 있으며 복잡한 도시환경에서 사용이 가능할 것으로 예상함
  - 미군은 사회적 곤충과 동물 사회의 군집행동에서 영감을 받아 다중 중계기체로 이루어진 인공지능개발을 계획하고 있음

- 군집운용의 세가지 특징은 분산제어, 동기화의 결여, 군집의 동일화 및 균질화

\* 군집운용의 경우 소형화(마이크로 및 나노봇)가 가장 유망한 기능 중 하나로 간주됨

<표 2-65> 군집운용 개발 사례

사례	내용
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2015년 인텔 개발자 포럼에서 50기의 UGV 집단운용이 시연</li> <li>• 군집운용은 UGV뿐 아니라 UUV, USV, UAV에서도 공통적으로 보여지는 개발 트렌드로 개발이 활발</li> </ul>

- (군용UGV 원격조종 및 다양화) 현재의 군용UGV들은 지상의 관제소에서 시스템 · 디스플레이 · 정보처리 · 신호처리 · 임무 행정 등을 관리하고 있으나 상당한 자율성을 가지고 임무 수행을 가능하게 하는 것을 목표로 함

- 반자율 이동전투체계의 개발이 미래 전투체계에서 기대되는 과학 기술목표(STO)임

- 원격조종으로 분대지원시스템(물자수송), 급조폭발물 탐지 및 제거, 전투, 대인지뢰 제거 등의 임무에 활용 중

\* (DOK-ING) DOK-ING사에서 제작한 MV-4 다목적 공병장비를 원격조종화 하여 대인지뢰 제거 임무에 투입

\*\* (Foster-Miller) 다목적 UGV인 탈론(Talon)을 개발하여 IED(급조폭발물)의 탐색 및 제거 임무에 투입 중

\*\*\* (국내) 현대로템에서 HR-셰르파 UGV 개발 진행 중으로, 물자 및 부상병 수송등의 임무를 원격조종으로 수행 가능

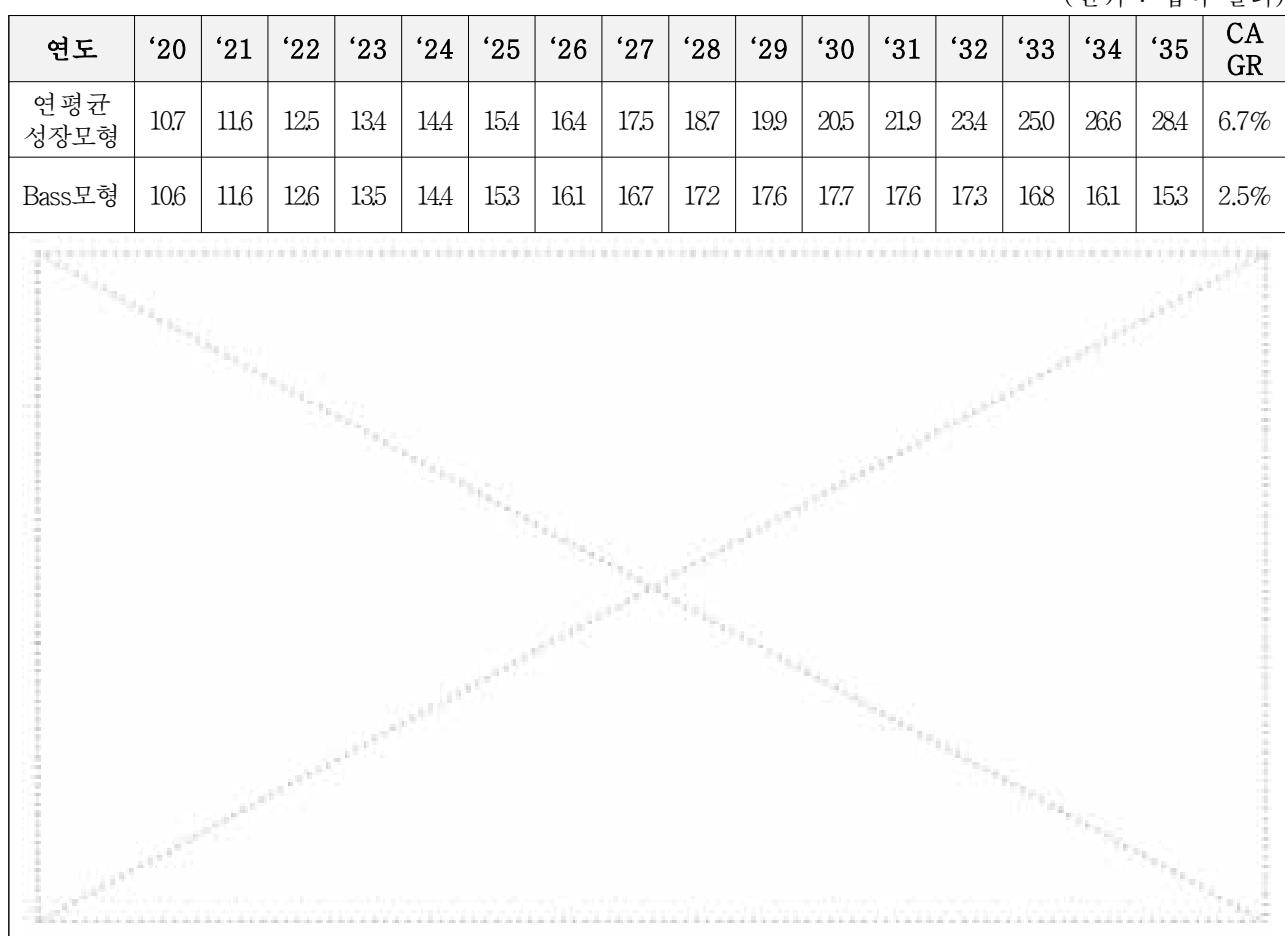
## (2) 민수용 시장

□ (시장규모) 2020년 기준 글로벌 민수용 육상무인이동체 시장은 약 11억 달러 수준으로 향후 15년간 지속적 성장 전망

- 2020년 전체 약 11억 달러 규모에서 2030년 약 20억 달러 규모로 성장 전망(UNMANNED GROUND VEHICLES (UGV) MARKET – GLOBAL FORECAST TO 2030)

**<표 2-66> 민수용 육상무인이동체 시장규모**

(단위 : 십억 달러)



\* 주1) 연평균성장모형은 “levitatecap The Future of the Drone Economy 2021” 제공 예측데이터

\*\* 주2) Bass모형은 마켓보고서 데이터를 기반으로 Bass 확산모형을 적용하여 시장규모 추정

□ (시장동인) 재난 및 극한환경 적용 확대, 핵심기술 발전으로 시장규모 성장 중

- (재난/극한환경) 재난환경 및 극한환경에서의 육상무인이동체를 활용한 시설검사 등에 육상무인이동체의 투입 필요성이 증가하고 있으며, 이로 인해 시장규모 성장

- (핵심기술 발전) 기존 출시된 제품 대비 성능 향상된 후속 제품들이 출시되면서 유인작업보다 효율성을 개선하여 육상 무인이동체 시장규모를 성장시키고 있음

\* FarmDroid의 FD20은 태양열 충전식 배터리를 통해 제품 운용시간 향상

\*\* Jacto는 작물 스캐닝을 통해 작물의 상태를 확인하고 작물 크기에 따라 농약살 포장을 조절하는 등 자율 작업성능 향상

- (제품동향) 민수시장 부문은 소방, 석유 및 가스, 농업, 화생방 (CBRN\*), 보안 등으로 세분화되며, 주요임무는 창고 내 화물을 이동, 농작물 수확, 공장, 창고, 주차장 등에서 순찰하는 임무에 투입

\* (CBRN) chemical, biological, radiological, nuclear

- (소방 분야) 화재 상황으로 인한 사고를 해결하고 인명피해를 예방하기 위해 화재를 감지하고, 화재진압 기술을 구현하며, 고온을 더 오래 견디고, 다양한 종류의 움직임에 대응할 수 있는 UGV가 사용되고 있음

– 검은 연기 속에서 길을 찾고 불을 끄는데 도움을 주는 카메라, 가스 센서, 스테레오 적외선 카메라 등을 갖추고 있기 때문에 불을 쉽게 감지하며, 일본은 2018년 6월에 로봇 소방 뱀을 시연함

- (석유 및 가스산업) 석유 및 가스 산업은 UGV를 보급하는 주요 산업 중 하나로, 전반적인 생산성을 높이고 안전성을 향상시키는 주요 산업 중 하나

– 정유·가스 산업의 UGV는 설비에서 사용되는 파이프, 압력용기, 탱크 보일러, 시추시설 등의 부품 점검과 유지·보수 업무 수행에 활용

- (화생방 분야) 화생방 상황(화학, 생물, 방사능, 핵물질 유출)을 봉쇄하고 경감시키고 예방하기 위해 관련 기관과 상호작용을 하며 보호활동을 하는 UGV들이 사용되고 있음

– 화학, 생물학, 방사선 및 핵 물질(CBRN)은 위험 물질로 간주되며, 유출시 영향을 완화하기 위해 사용되는 장치를 CBRN 방어장비라 칭함

- 팩봇, 6개 렌즈로 구성 된 나이트비전 카메라, 열화상 및 방사선 검출기 시스템 등이 장착된 원격제어 UGV가 2011년 후쿠시마 원전 재난에 사용됨
- (농업 분야) 농업 분야에서 UGV의 사용은 농부들의 노동 시간을 최적화함으로써 생산성을 높이는데 도움을 받으며, UGV는 씨를 뿌리고, 잡초를 제거하고, 비료를 주고, 수확하는데 도움을 줌
  - 농업용 UGV중 포도밭의 포도 생산능력과 작물의 생장 상태를 모니터링하면서 작업과정에 지장을 주지 않는 센서도 탑재하여 농업 생산성을 높이는데 기여함
  - \* (Naio Technologies) 자동으로 잡초를 제거하고 농작물을 깨끗하게 하는 UGV를 개발해 상용화 함
- (물류) UGV의 자율운송 기능은 운송서비스 분야에서 UGV의 사용을 촉진하고 운송시장 전체의 시장을 성장시키는 핵심 요소
  - 목적지에 급히 운송해야 하는 경우, 경로를 자동으로 생성하고, 생성된 경로를 따라 스스로 탐색하여 운송의 효율성을 더함
  - UGV가 이동하는 동안 경로를 수정할 수 있으며, 창고에서 물품 배송 시스템과 같은 실시간 애플리케이션에서 관리가 가능해지므로 관련된 준숙련 노동자나 비숙련 노동자를 대체할 수 있음
- (보안) 자동화된 UGV는 물리적인 보안업무영역에서 활용 가능하여 기존의 CCTV를 활용한 경계업무의 활용대비 더욱 효율적이고 실질적인 경계업무 수행의 저비용화를 추진할 수 있음
  - 보안업무 전문회사를 중심으로 상용화된 완전 자율 및 반자동 로봇 사용이 증가하고 있으며, 보안 및 경계 감시, 보안 체인 울타리 감시, 제한 지역의 보안과 같은 활동에 사용
  - 물리적 보안을 위한 자율 로봇의 주요 장점은 주변 보안을 위한 지속적인 감시를 비용 효율적인 방식(무인 패트롤 및 현장 대응 가능)으로 제공함

<표 2-67> 민수용 육상 무인이동체 제품 동향

주요 제품		내용
소방	Shark Robotics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대 300m 거리까지 가능한 원격 조정과 360도 회전하는 줌 인 광학인식 카메라와 센서를 탑재한데다 최대 12시간 운행이 가능하기 때문에 화재현장을 실시간으로 구석구석 파악</li> <li>• 탱크처럼 무한궤도를 장착해 울퉁불퉁한 표면과 계단도 지날 수 있으며 분당 약 2,500L의 물을 발사할 수 있는 전동식 대포를 장착</li> <li>• 약 250m 거리까지 방화수를 뿜어낼 수 있고, 방수 및 방화 기능을 갖춤</li> </ul>
	미쓰비시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분당 4000리터의 물을 분사하며 석유 화학단지나 대규모 화학 플랜트 등 사람이 접근하기 힘든 대규모 시설의 화재 또는 특수 재해 발생시 투입</li> <li>• 일반 카메라·열화상 카메라·가연성 가스감지기·방사열 측정기 등을 탑재하고, 최대 80m까지 물을 살포할 수 있음</li> <li>• 펌프차와 소화전 등 수원(水源)까지 자율주행할 수 있으며 최대 300m까지 소방 호스를 자동으로 설치</li> </ul>
국방	PME	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PME사의 UGV는 경량, 중형, 대형, 유연 로봇 플랫폼으로 상당한 탑재 용량과 개방형 아키텍처 제어체계를 갖춰 첨단 감지에서부터 무장에 이르는 매우 다양한 지능형 탑재체 연결이 가능</li> </ul>
농업	KUBOTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농부들의 노동시간을 최적화하며 생산성을 증대시킴</li> <li>• UGV는 씨를 뿌리고, 잡초를 제거하고, 비료를 주고, 수확하는데 도움을 줌</li> <li>• 위성위치확인시스템 GPS를 활용해 운전자 없이도 논에서 자율적으로 주행</li> </ul>
물류	현대건설기계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현대건설기계는 국내 최초로 무인지게차를 출시하여 KT의 5G통신과 인공지능을 활용한 스마트 물류 솔루션을 공급</li> <li>• 원격 관제 및 제어 수준 제고, AI 음성제어 솔루션과 영상 및 증강현실(AR)을 통한 원격 A/S 지원 등 가능</li> <li>• 작업장 내 환경과 장애물을 스스로 인식, 최적의 경로로 자율주행하며 작업을 수행하는 최첨단 물류솔루션으로 물류의 순환속도를 높이고 물류공간을 효율적으로 활용할 수 있어 생산성을 크게 높임</li> </ul>
보안	Knightscope	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나이트스코프社는 호텔, 카지노, 리조트 등 환대산업 분야를 중심으로 보안 로봇 보급을 확대</li> <li>• 주위 환경을 360도 탐지해 매우 정확한 3D 데이터를 실시간으로 제공하는 벨로다인의 퍽(Puck) 라이다 센서를 기반</li> <li>• 퍽 센서는 환경과 조명 정도가 매우 다양한 여건에서 안전하게 운행 수행</li> </ul>
	SMP Robotics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자동화된 UGV는 보안업무영역에서 활용 가능하며, 실질적인 경계업무 수행의 저비용화를 추진 가능</li> <li>• 자율 솔루션으로 보안 효율성을 개선하기 위해 대규모 쇼핑 및 창고 센터에 배치하여 주변과 인접한 주차장을 모니터링</li> </ul>

## 라. 해양무인이동체 시장동향

### (1) 군수용 시장

□ (시장규모) 2020년 기준 글로벌 군수용 해양무인이동체 시장은 약 30억 달러 수준으로 향후 15년간 지속적 성장 전망

- 2020년 전체 약 30억 달러 규모에서 2030년 약 76억 달러 규모로 성장 전망(GLOBAL UNMANNED MARINE VEHICLES MARKET (2021 - 2026))

<표 2-68> 군수용 해양무인이동체 시장규모

(단위 : 십억 달러)

연도	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	'34	'35	CA GR
연평균 성장모형	304	325	354	386	425	47	51.7	56.9	62.6	68.9	75.8	83.4	91.8	101.0	111.2	122.3	100%
Bass모형	293	327	360	393	427	459	490	51.7	54.0	55.7	56.7	57.0	56.5	55.3	53.5	51.0	3.8%



\* 주1) 연평균성장모형은 “levitatecap The Future of the Drone Economy 2021” 제공 예측데이터

\*\* 주2) Bass모형은 마켓보고서 데이터를 기반으로 Bass 확산모형을 적용하여 시장규모 추정

□ (시장동인) 기술고도화와 국방예산의 증가로 군수시장의 성장 유발

- (기술고도화) 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT)의 발달로 지휘, 통제, 통신, 컴퓨터, 정보, 감시 및 정찰(C4ISR)기능의 통합이 확대되어 복잡한 다중임무 수행의 가능에 따라 시장이 성장
- (국방예산 증가) 해양무인이동체를 통한 작전을 확대하기 위해

주요국은 국방예산을 확대하며, 해양 전력 투자를 강화

\* 미국은 2020년 국방에 7,250억 달러를 지출

\*\* 중국의 국방예산은 2020년 1,790억 달러에서 2021년 2,090억 달러로 증가

- (제품동향) 군수용 UMV는 해양 감시와 영해 보호를 위해 적과의 직접접촉 및 해군 인력의 피해를 줄이기 위한 방향으로 임무 수행 능력을 고도화 중
  - (임무확대) 해양무인이동체의 핵심기술 고도화에 따라 수행가능한 임무의 범위가 확대되고 있음
  - (대형화) 미 해군은 정보정찰감시(ISR), 전자전(EW), 전자지능 시스템 등의 다양한 payload를 장착하여 다양한 임무를 수행할 수 있도록 중형무인수상이동체(MUSVs)\*의 개발 및 실전배치를 목표로 진행 중

\* Medium Unmanned Surface Vehicles

**<표 2-69> 군수용 해양 무인이동체 개발 사례**

터키 Aselsan社, 무인장갑수상함(ASUV)	러시아해군, 포세이돈(Cratorc-6) UUV
	

**터키 Aselsan社, 무인장갑수상함(ASUV)**

- 최대항속거리 600NM, 80시간 기동, 36knt 속력 목표로 함
- 에어버스社 A400M 여객기로 수송 가능을 목표로 함
- 수상전투, 대잠수함전(ASW) 임무 수행 목표로 함

**러시아해군, 포세이돈(Cratorc-6) UUV**

- 핵추진 UUV겸 핵폭탄 탑재 어뢰
- 최대항속거리 1만km, 스텔스 항행 및 급가속 가능
- 목적지까지 자율항해, 목적지에서 표적 획득-추격 수행
- 잠수함에 탑재 후 어뢰발사관을 통한 사출
- 대잠수함전(ASW) 임무, 침해 감시 장비 설치 등 활용 가능

- (ROV) 사용자가 통제하는 모션 위에서 원격으로 조작하는 수중 차량 또는 로봇으로, 여러 유형의 데이터를 수집하기 위한 다양한 센서와 샘플링 장비, 상황인식용 센서의 고도화 또는 개발되고 있음

- 사용자가 실험 또는 분류 및 식별, 다양한 수중작업을 위해 작업용 팔과 샘플을 수집하고 저장할 수 있는 용기를 장비하므로, 관련한 기술의 개발이 이루어지고 있음
  - \* 호주 정부는 ECA社의 Roving BAT ROV와 Hytec H300 mk.II를 활용하여 수중 생태계를 모니터링하는데 활용
- (AMV) 사람의 개입이 최소화 또는 필요가 없는 선박으로, 자체 항해 기능이 있으며 사전 프로그래밍된 경로에서 운항할 수 있는 자율수상이동체(ASV)와 자율수중이동체(AUV)를 포함
  - (ASV) 해양 데이터의 변화 기록과 군사적으로 해양 감시에 사용하기 위해 수상에서 사용되는 자율무인이동체로, 라이다, 레이더, 소나, GPS 기술 등을 고도화 중
  - (AUV) 수중환경 모니터링, 해저 지도제작, 해저 인프라 검사 등 심해저의 극한환경과 정보가 부족한 환경에서의 작업 수행에 적합하도록 내구성을 강화하고 광원, 광학 센서, 소나, 음향장치의 고도화와 정보처리 및 작업명령 응용 어플리케이션 개발 중

## (2) 민수용 시장

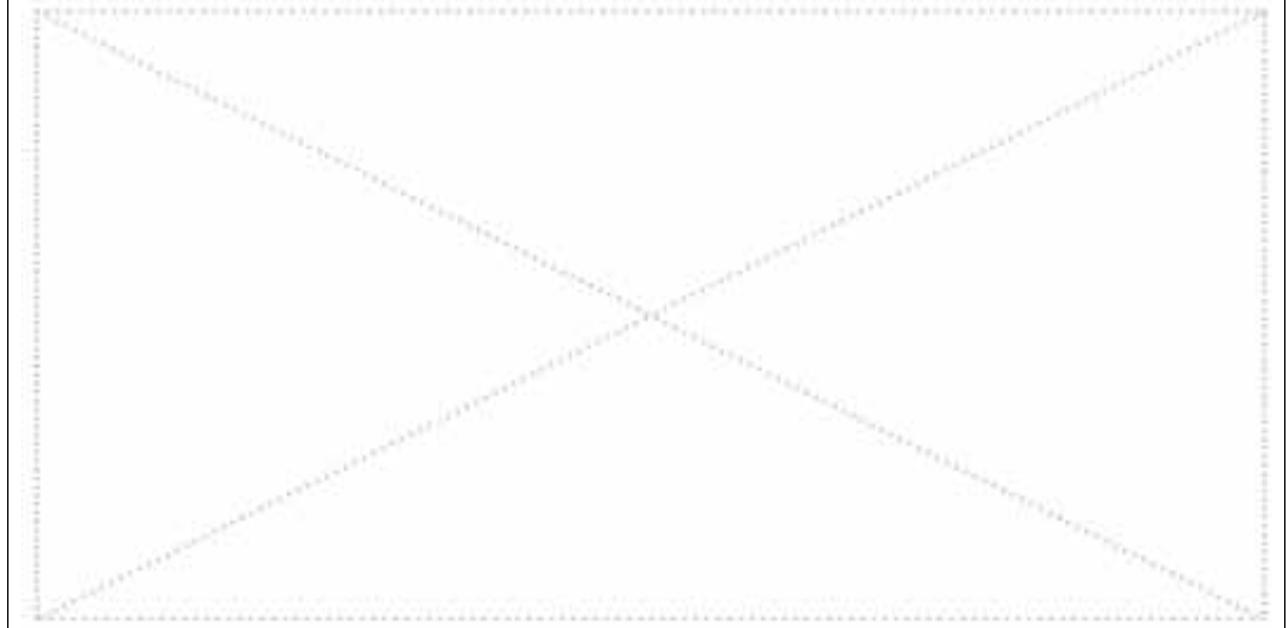
□ (시장규모) 2020년 기준 글로벌 민수용 해양무인이동체 시장은 약 3억 달러 수준으로 향후 15년간 지속적 성장 전망

- 2020년 전체 약 3억 달러 규모에서 2030년 약 15억 달러 규모로 성장 전망(GLOBAL UNMANNED MARINE VEHICLES MARKET (2021 - 2026))

**<표 2-70> 민수용 해양무인이동체 시장규모**

(단위 : 십억 달러)

연도	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	'34	'35	CA GR
연평균 성장모형	3.0	3.5	4.1	4.8	5.7	6.7	7.9	9.2	10.9	12.8	15.0	17.7	20.8	24.4	28.7	33.8	17.6%
Bass모형	2.9	3.5	4.2	4.9	5.7	6.6	7.4	8.2	9.0	9.5	9.8	9.8	9.6	9.1	8.3	7.4	6.4%



\* 주1) 연평균성장모형은 “levitatecap The Future of the Drone Economy 2021” 제공 예측데이터

\*\* 주2) Bass모형은 마켓보고서 데이터를 기반으로 Bass 확산모형을 적용하여 시장규모 추정

□ (시장동인) 해양무인이동체에 적용되는 첨단기술의 성장으로 인한 해양부문 적용 확대와 해양 전문인력의 부족으로 인한 무인선박 도입 가속화 등으로 시장 성장

- (첨단기술 성장) 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 로봇공학과 같은 첨단 기술의 성장은 해양무인이동체 시장을 성장 유발
  - 몇 년 동안 기술 및 시스템 비용을 상당한 수준으로 절감될 것으로

로 예상되며, 이에 따라 해양무인이동체 도입이 증가할 것

- 무인선박이 자율작동 확대는 극한의 환경을 탐험에 적용 확대되고 있으며, 해저 이미지화 기술로 고해상도 해저매핑 데이터 획득 가능
- AUV에는 이제 대체 전원과 지능형 제어 시스템이 포함되어 수중 작업의 범위가 확대
- (전문인력 부족) 해운인력 해양환경을 파악하여 선박을 안전하고 효율적으로 운항해야 하는 고급인력임에도, 수급에 어려움이 있고, 이러한 해양 전문인력 부족으로 해양무인이동체 도입이 활성화될 것
- 발틱국제해운거래소(BIMCO)/국제해운회의소(ICS)가 공동 조사/발표하는 ‘해운인력 보고서’에 따르면, 2015년 해기사 인력 부족률은 2.1%이며, 2025년에는 부족률이 18.3%로 치솟을 것이라고 전망\*

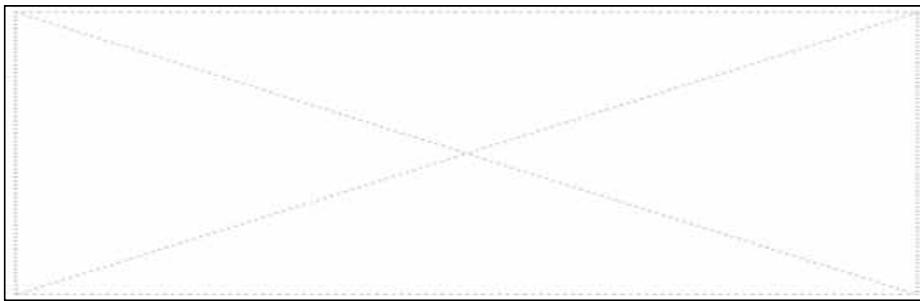
\* 국내외 자율운항 선박 최근 동향과 시사점(2021, IIITP) 재인용

□ (제품동향) 해양 생태계 조사 등 전통적 활용영역에서 벗어나, 화물선 및 유조선 등 모든 선박 유형을 바다, 호수, 강, 항구에서 안전하게 항해하는 자율항해 항법 시스템을 갖추는 데 집중

- (상업 분야) 탑승 승무원 없이 원격으로 통제되는 선박들은 스스로 선체의 안정성을 점검하고, 관리자가 결정을 내릴 수 있게 주변환경을 파악하고 정보를 전송하도록 하는데 주안점을 두고 있음
- IMO와 기술개발업체 등은 완전 자율화 선박이 실현할 이익을 목표로 자동화, 통신, 항법, 사이버 보안에 대한 공통의 국제표준을 설정하고 개발하기 위해 투자를 하고 있음

\* (Wärtsilä) 완전 자동항해 및 컨테이너 작업이 가능한 바지선 개발 프로젝트 진행 중

[그림 2-18] Wärtsilä社의 친환경 무인 바지선 개념도

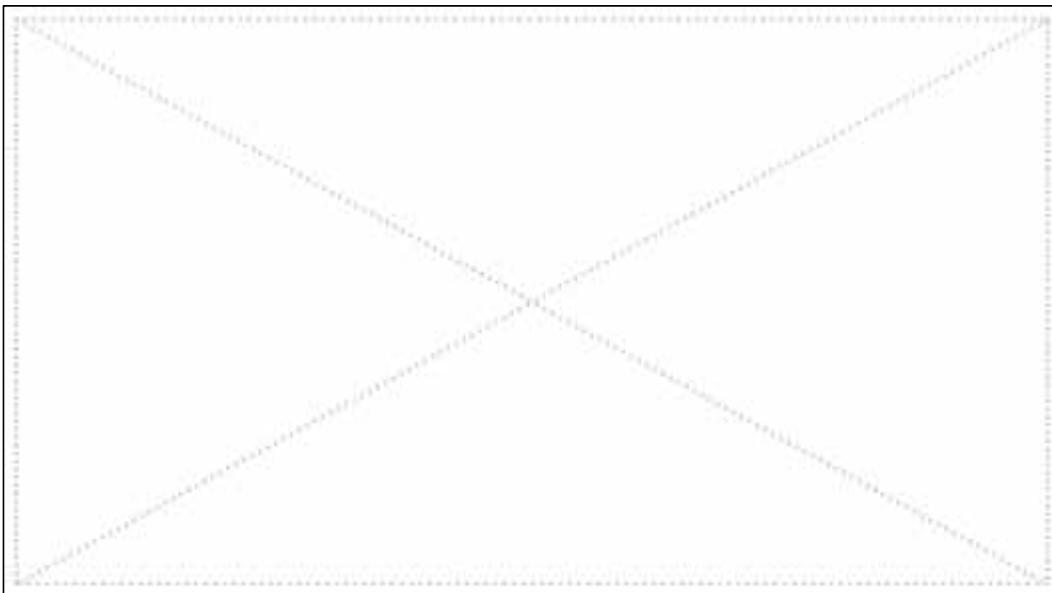


\* 출처: 해당 회사 홈페이지 참조

- (연구 분야) UMV는 연안바다에서 산업 활동의 영향 연구차 수행되는 해양 생태계 모니터링에 적합하며, 연구에 활용되는 UMV는 임무 기간 및 내구성 향상, 임무 반복성과 운영 비용 절감을 목표로 개발되고 있음
  - 해양탐사를 위한 투자확대와 해양 오염 연구 및 완화의 필요성은 글로벌 연구용 UMV 시장의 수요를 견인할 것으로 전망
  - 노르웨이 해양연구소(IMR)는 해양환경과 자원에 대한 탐사와 관리를 디지털화하기 위한 장기 전략의 일환으로 KONGSBERG社의 USV 2대와 AUV 2대를 활용할 것을 발표
  - '21년 5월, IBM이 기술 파트너 해양 연구기관 ProMare의 연구팀이 인공지능과 태양에너지에 의해 움직이는 세계 최초의 지능형 선박을 건조함

\* (IBM-ProMare) 황천시 자율항해는 능력을 아직 갖추지 못하여 관련 기술개발 중

[그림 2-19] IBM社의 자율항해 탐사선 개념도



\* 출처: 해당 회사 홈페이지 참조

- 한화시스템은 2021년 6월 자율형 AUV·USV기반 광역수색구조(SAR) 작업에 적용할 수 있으며, 정확한 수중항해를 할 수 있는 시스템을 설계·개발하는 것을 목표로 산학연 컨소시엄을 수행

## 2.2.2. 글로벌 무인이동체 산업동향

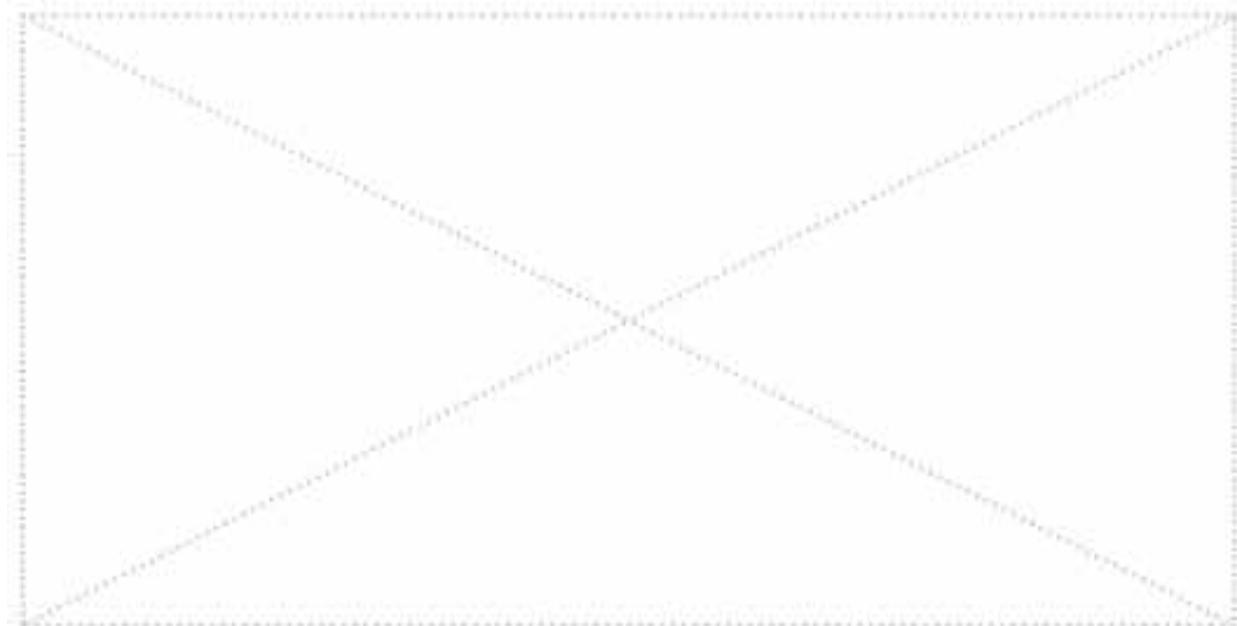
<표 2-71> 글로벌 무인이동체 산업동향 변동사항 및 시사점

분야	구분	무인이동체 기술로드맵 1.0(2017)	무인이동체 기술로드맵 2.0(2022)
공중	가치사슬	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/SW → 플랫폼 → 응용서비스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/SW → 플랫폼 → 응용서비스(동일)</li> </ul>
	산업구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/SW 공급社 : 협상력 다소 낮음</li> <li>플랫폼 제조社 : 경쟁강도 높음</li> <li>응용서비스社 : 협상력 다소 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/SW 공급社 : 협상력 높음</li> <li>플랫폼 제조社 : 경쟁강도 다소 높음</li> <li>응용서비스社 : 협상력 다소 높음</li> </ul>
	플레이어 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>방산업체의 민수시장 신규진입 증가</li> <li>태양광 활용 등 차세대 UAV 선점 경쟁 활발</li> <li>인텔, 웰컴 등 글로벌 Tech 기업의 UAV 제조사와 제휴협력 및 인수합병 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대형 플랫폼 제조사의 부품/SW 공급 생태계 조성(제휴/인수합병 추진)</li> <li>부품/SW 공급사는 다수 플랫폼에 호환 가능한 범용형 부품/SW를 통해 플랫폼 제조社에 종속되지 않고 독자적 경쟁력 확보 중</li> <li>응용서비스 부문에 물류, 통신, 유통 등 기업의 진출 활발</li> </ul>
	시사점	<ul style="list-style-type: none"> <li>상업용 UAV 시장성장에 따라 요구되는 기능이 향상되고, 기업 간 경쟁이 치열해짐에 따라 경쟁력 있는 부품 및 SW 확보는 UAV제조 기업 전략에 필수 요소</li> <li>UAV 제조기업은 차세대 플랫폼 경쟁보다 성능향상 및 응용서비스에 특화한 기술을 확보하여 전문화 진행</li> <li>UAV 성능 요구수준 향상에 따라 부품 공급사는 기술개발을 통해 부품 경량화, 소형화, 모듈화 등을 추진하며 산업 내 위상 강화</li> </ul>	
육상	가치사슬	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/시스템 공급 → 플랫폼 → 운용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/시스템 공급 → 플랫폼 → 운용(동일)</li> </ul>
	산업구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/시스템 공급社 : 협상력 낮음</li> <li>플랫폼 제조社 : 경쟁강도 높음</li> <li>플랫폼 운용社 : 협상력 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/시스템 공급社 : 협상력 다소 높음</li> <li>플랫폼 제조社 : 경쟁강도 높음</li> <li>플랫폼 운용社 : 협상력 다소 높음</li> </ul>
	플레이어 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 트랙터, 산업용 장비 기업을 중심으로 무인화시장을 선점하기 위해 기술개발 고도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인수합병과 기술개발을 통해 분야별 주요 제조기업들이 시장영향력을 유지</li> <li>무인시스템관련 핵심 부품을 공급하는 기업들이 기술혁신을 주도</li> </ul>
	시사점	<ul style="list-style-type: none"> <li>플랫폼 제조단계의 전문화는 5년 전과 동일하며, 무인트랙터, AGV 등 분야에서 주요기업들이 신규기업을 인수합병하며 여전히 산업내 영향력을 유지 중</li> <li>핵심 부품/시스템 공급기업이 무인트랙터, AGV, 라스트마일 등 다양한 분야 플랫폼 제조 기업에 부품을 공급하고 있으며, 부품기업이 R&amp;D를 주도하는 사례도 증가</li> </ul>	
해양	가치사슬	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/시스템 공급 → 플랫폼 → 운용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/시스템 공급 → 플랫폼 → 운용(동일)</li> </ul>
	산업구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/SW 공급社 : 협상력 다소 낮음</li> <li>플랫폼 제조社 : 경쟁강도 다소 높음</li> <li>응용서비스社 : 협상력 다소 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부품/SW 공급社 : 협상력 다소 낮음</li> <li>플랫폼 제조社 : 경쟁강도 높음</li> <li>응용서비스社 : 협상력 다소 높음</li> </ul>
	플레이어 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 용도별로 제품개발에 투자 증가하고</li> <li>군수-민수 영역에서 함께 활동하는 소수 기업들이 산업 내 영향력 확대</li> <li>운영서비스 경쟁 심화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대형 제조기업 간 인수합병으로 산업의 통합화가 진행되고 있으며, USV, UUV를 포괄하는 기업 증가</li> <li>부품/시스템 기업의 플랫폼 제조 진출 증가</li> </ul>
	시사점	<ul style="list-style-type: none"> <li>대형 플랫폼 제조社 간 인수합병으로 소수 기업 중심으로 통합화</li> <li>부품기업들은 독자적 기술력을 바탕으로 플랫폼 시장 진출 증가</li> </ul>	
<b>&lt;글로벌 산업동향 총괄 시사점&gt;</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>(부품 경쟁력) 무인이동체 임무다양화와 고도화 요구에 따라 핵심부품의 성능이 플랫폼 경쟁력에 영향을 미치고 있어 부품기업의 협상력 강화 중</li> <li>(생태계 조성) 글로벌 제조기업을 중심으로 무인이동체 부품생태계를 구축하고 있으며, 우리산업도 경쟁력 제고를 위해 자체 부품생태계 강화 요구</li> </ul>			

## 가. 공중무인이동체 산업동향

- (가치사슬) 공중무인이동체 산업은 “부품/SW社 → 플랫폼 제조社 → 응용서비스社”의 가치사슬을 형성하고 있음

[그림 2-20] 글로벌 공중무인이동체 산업 가치사슬

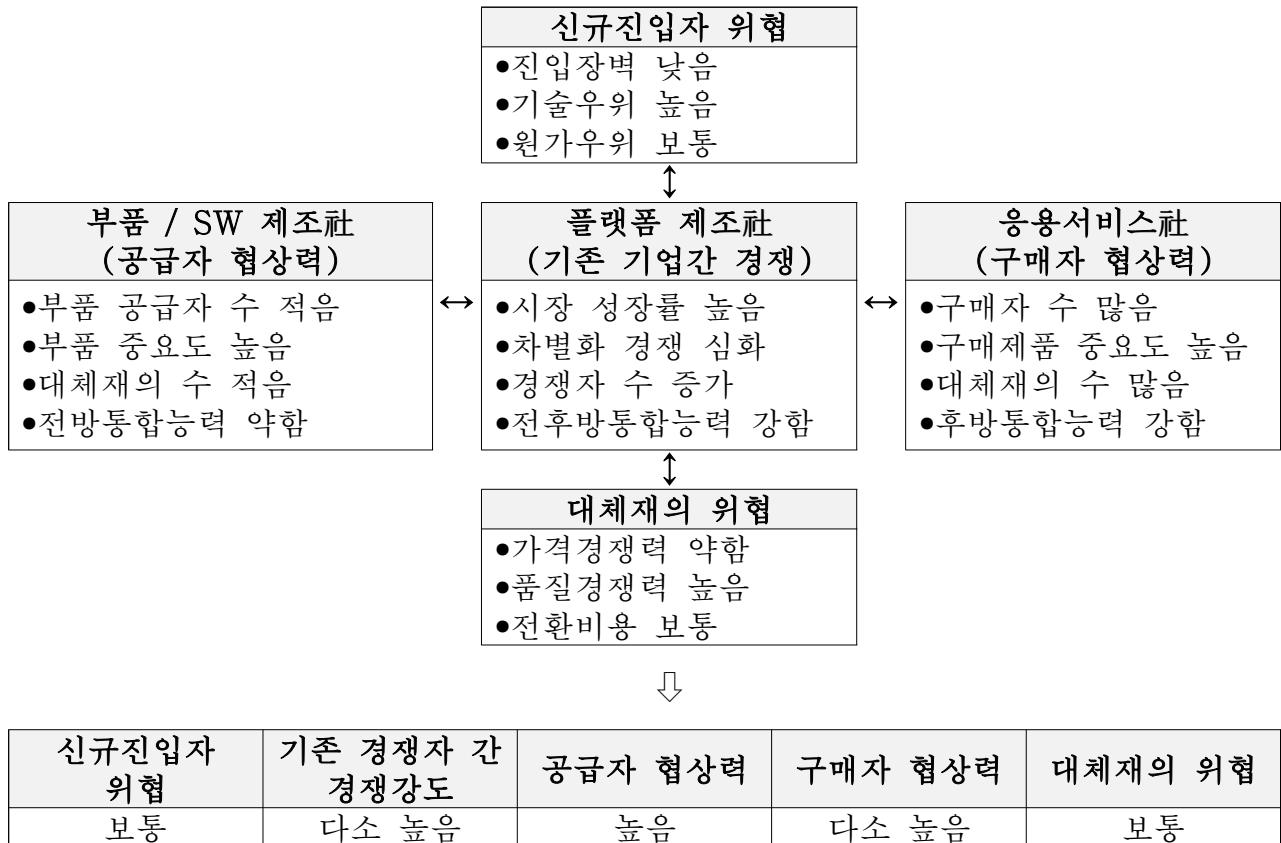


\* 주) 주요 플레이어 동향을 바탕으로 가치사슬 구성

- (부품 / SW社) 부품제조社와 SW 관련 기업은 원천기술 개발을 통해 부품 및 SW를 플랫폼 제조社에 공급
- (플랫폼 제조社) 플랫폼 설계, 완제기 제조, SW 통합 등을 통해 응용서비스 분야에 적합한 플랫폼을 개발 및 제조하여 경쟁
  - \* 상업용 공중무인이동체 시장의 성장에 따라 농업 전문 플랫폼 제조社, 보안 전문 플랫폼 제조社, 에어택시 전문 제조社 등으로 플랫폼 제조社의 전문화가 진행 중
- (응용서비스社) 농업, 건설, 관리 등 전통적 응용분야의 성장과 무인배송, 교통, 보안 등의 성장전망에 따라 다수의 기업들이 응용 서비스 분야에 진출하여 비즈니스 모델 개발 및 서비스 상용화
  - \* 응용서비스 분야의 다양화에 따라 물류, 교육, 촬영, 데이터 분석 등 특정 분야만을 전문으로 취급하는 서비스社가 증가하고 있음

- (산업구조) 공중무인이동체 산업은 기존 기업간 경쟁, 공급자 협상력, 구매자 협상력이 높은 구조를 가지고 있음

[그림 2-21] 글로벌 공중무인이동체 산업구조



- (공급자 협상력) 시장의 기술요구에 부합하기 위해 원천기술 기반 부품 및 SW의 중요성이 증가하고 있으며, 이에 따라 부품 공급기업 협상력 향상\* 중

\* FLIR社는 열화상 카메라 및 센서 설계·생산을 전문 기업으로 Parrot社, AUTEL社, intel社, DJI社 등 글로벌 제조社에 센서를 공급할 뿐 아니라, 플랫폼 제조社를 인수하여 완제기 개발 및 제조영역으로 사업 확대 중

\*\* UgCS社는 드론 임무를 계획하고 비행에 적합한 SW를 개발하며, DJI社, 록히드마틴社 등을 포함한 다수 글로벌 제조업체에 공급 중

- (기존 기업간 경쟁) Parrot社, AUTEL社, DJI社 등 주요 플랫폼 제조社는 응용분야의 요구기술 수준 향상에 따라 제품 성능 고도화 및 차별화 경쟁 중

\* Parrot社의 ANAFI Ai, AUTEL社의 EVO II Enterprise, DJI社의 M300 RTK 출시 등 메이저 플랫폼 제조社 중심으로 높은 수준의 경쟁강도를 유지하고 있음

- (구매자 협상력) 상업용 시장의 성장전망에 따라 자본력과 인프라를 갖춘 물류社, IT기업 등의 진출이 증가\*하여 산업 내 구매자 협상력을 높이고 있음

\* 구글, 아마존 등 글로벌 Tech 기업은 2010년대 초반부터 드론 배송시장에 진출하여 기술혁신 및 서비스 상용화를 추진하고 있었으며, 최근 물류유통기업, 항공사, 통신기업 등이 배송시장 진출 중

<표 2-72> 공중무인이동체 응용서비스 분야 진출 사례

구분	기업	세부내용
물류 유통 기업	월마트社	• Flytrex社, Zipline社, Drouneup社 등 3개 드론사업자들과 각각 제휴를 맺고 드론 상품배송 시장 진출(2020)
	UPS社	• 美 통신업체 버라이즌과 서비스 제휴(2021)
	Delhivery 社	• 美 UAS 기업 Transition Robotics Inc 인수(2021)
항공사	JAL社	• 드론제조社 테라드론과 협력하여 드론배송 실증(2020) • 공중무인이동체 제조사 Volocopter社와 일본 내 에어택시 상용화 위한 파트너십(2021)
통신 기업	버라이즌社	• 드론 서비스기업 스카이워드社(2017)와 자율이동 로봇용 SW 개발기업 IncubedIT社(2021)를 인수하여, 드론 활용한 통신 서비스 진출
	KDDI社	• 상업용 드론제조업체 프로드론社, 수중 로봇회사 QYSEA社와 협력하여 상업용 공중무인이동체 제조(2022)

- (신규진입자 위협) 높은 수준의 전문 기술이 요구되는 분야이지만, 오픈 소스 기반의 기술 활용이 가능한 점을 감안할 경우 신규 진입 장벽은 보통 수준이며, 최근 완성차제조社의 진입이 활성화되고 있음

<표 2-73> 완성차 제조기업의 진출 사례

기업	세부내용
현대社	• CES 2020에서 S-A1을 공개하며 공중무인이동체 플랫폼 제조 진출
GM社	• 차세대 UAM 시장진출을 위해 기술개발(2021) • CES2021에서 90kWh 전기모터 장착, 4개 프로펠러의 수직이착륙 가능한 시제기 공개(2021)
도요타社	• 美 e-VTOL 스타트업 Joby Aviation에 39,400만 달러 투자(2020) • 日 PAV 개발 스타트업 카티베이터社에 4,250만엔 투자(2017)하여 테스트모델 개발
크라이슬러社	• 美 전기 수직이착륙기 개발업체 Acher와 협업을 통해 UAM 시장 진출 발표(2021)
혼다社	• 기술연구소에서 eVTOL 개발 중(2021), 2030년대에 상용화 목표로 기술개발 중

- (대체재의 위협) 메이저 플랫폼 제조社 중심의 생태계가 조성되어 기존 활용분야에서는 대체재의 위협이 크지 않음

- (핵심플레이어 동향) 플랫폼 제조社는 부품 및 SW 공급 생태계를 조성하며 경쟁력 강화 중이고, 부품/SW 공급社는 다양한 수요기업과 거래하는 개방적 거래관계를 확립하여 독자적 경쟁력 강화 중
- (핵심기술 생태계 조성) 글로벌 공중무인이동체 경쟁 심화에 따라 경쟁력 있는 부품/SW 업체 발굴과 수급 생태계 조성은 플랫폼 제조社의 경쟁력 강화에 필수적이며, 이를 위해 파트너십·인수 합병이 활발

- AUTEL社, Parrot社는 부품 및 SW 관련 기업과 파트너십을 통해 자체 생태계를 구축하여 산업 내 경쟁력 강화하고 있음
  - \* 상업용 공중무인이동체의 요구기능의 향상에 따라 자사 플랫폼 경쟁력을 강화하기 위하여 전용 부품 및 페이로드, 전용 SW를 파트너십을 통해 수급하여 자체 생태계를 구축

**<표 2-74> 글로벌 제조사의 부품기업 제휴·인수합병을 통한 생태계 구축 사례**

제조사		내용
제 휴 협 력	AUTEL社	•FLIR社(열화상 카메라), FoxFury社(조명), PIX4D社(맵핑SW), DroneSense社(비행제어SW) 등 기업과 제휴를 통해 맞춤형 부품/SW를 공급받아 기체성능 향상
	Skydio社	•ARRIS社(프레임), AXON社(응용SW), Eagleview社(응용SW) 등 기업과 파트너십을 체결하여 자사 플랫폼 성능강화와 응용기술 도입
	Parrot社	•CDC社(배터리 고속충전), UgCS社(맵핑SW), Rapid Imaging社(AR 인터페이스), AirData UAV社(응용SW) 등 기업과 맞춤형 부품/SW 공급계약을 체결, 플랫폼 성능 고도화와 응용기술 적용
인 수 합 병	AgEagle	•MicaSense(임무센서), Measure(운영SW), SenseFly(플랫폼 제조) 등의 기업을 인수합병하여 농업드론 전문기업으로 경쟁력 제고
	DJI	•스웨덴 카메라 제조업체 Hasselblad를 인수하여 DJI 플랫폼에 적용
	Kitty Hawk	•에어택시 스타트업 키티호크는 UAV 제조/SW 기업 3DR을 인수하여 원천기술 경쟁력 강화
	Honeywell	•Ballard의 무인기 수소연료전지 시스템 인수
	Microdrone s	•항공 LiDAR 매핑 기술 회사 GeoCue Group 인수하여 드론 지원 정밀 이미지분석에 대한 수요 증가에 대응

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

- AgEagle社, DJI社, Kitty Hawk社, Honeywell社는 인수합병을 통해 부품 및 SW 공급 생태계를 구축하여 산업 내 경쟁력 강화
  - \* AgEagle社는 센서개발社 MicaSense와 워크플로우 SW社 Measure, 플랫폼 제조社 SenseFly를 인수합병하여 부품-SW-플랫폼 자체 생태계를 구축하여 농업용 드론 전문기업으로 경

## 쟁력 강화

\*\* DJI社는 취미용 무인이동체 시장 지배력 강화를 위해 카메라 전문 기업 Hasselblad社를 인수합병하여 카메라 기술 확보와 자체 부품 공급으로 산업 경쟁력 확보

\*\*\* KittyHawk社는 에어택시 상용화를 위해 드론 SW 전문 기업 3DR社를 인수합병, 자체 SW 개발에 집중하고 있음

\*\*\*\* 군용 무인기에 집중하였던 Honeywell社는 상업용 공중무인이동체의 배터리 한계를 극복하고 승객용 및 화물용 공중무인이동체 시장을 선점하기 위해 캐나다 연료전지 전문기업 Ballard社를 인수합병하여 자체 부품공급 생태계 조성

### <표 2-75> 인수합병을 통한 생태계 구축

인수기업		피인수기업		
AgEagle (미국)	•2021년 1월 농업용 드론 센서 기업 MicaSense 인수	MicaSense (프랑스)	•식물 매핑을 위한 드론 센서 개발 전문기업	부품 공급
	•2021년 4월 지상제어 측정SW 기업 Measure 인수	Measure (미국)	•Measure는 드론 운영 워크플로우를 자동화하는 소프트웨어를 구축하는 기업	SW 개발
	•2021년 10월 농업용 무인항공기 전문 기업 Sense Fly 인수	SenseFly (스위스)	•2009년에 설립, eBee 브랜드, 고성능 고정 윙드론의 독점 라인을 개발 및 생산	기체 개발
DJI (중국)	•2017년 스웨덴 카메라 제조업체 Hasselblad를 인수합병 •인수합병 이후 자체 무인기용 카메라 ZENMUSE를 개발하여 자사 플랫폼에 공급	Hasselblad (스웨덴)	•카메라 및 사진 장비 제조 업체로 2017년 DJI에 인수합병	부품 공급
Kitty Hawk (미국)	•2021년 6월 3D 로보틱스 인수 •에어택시 스타트업 키티호크는 UAV 제조/SW 기업 3DR을 인수하여 원천기술 경쟁력 강화	3D Robotics (미국)	•2009년 설립한 공중무인 이동체 제조 및 SW 개발 회사 •2016년 드론 생산은 중단	SW 개발
Honeywell (미국)	•2020년 10월 Ballard의 무인기 수소연료전지 시스템 인수 •상업용 공중무인이동체의 전통적 배터리 한계를 극복하고 승객용 또는 화물용 시장에서 경쟁력 제고	Ballard Power System (캐나다)	•1979년 설립된 연료전지 전문 기업 •무인이동체 시스템 부문 허니웰에 매각	연료전지 공급
Microdrones	•2022년 1월 항공 LiDAR 매핑 기술 회사 GeoCue Group 인수 •드론 지원 정밀 이미지분석에 대한 수요 증가에 대응	GeoCue Group	•GeoCue는 무인 항공기 LiDAR /이미징 센서 및 LiDAR 데이터 처리 소프트웨어 개발 회사	항공 측량 장비 및 SW 공급

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

- (부품기업 경쟁력 향상) 주요 부품/SW 공급社는 다수 플랫폼에 호환 가능한 범용형 부품/SW를 설계·개발하여 특정 플랫폼 제조社에 종속되지 않고 독자적인 경쟁력을 갖추고 있음
  - (개방적 거래관계) 기술경쟁력을 갖춘 부품 제조社은 부품 호환성, 부품 모듈화를 통해 수요기업을 다양화하며, 독자적인 경쟁력을 확보하고 있음
    - \* UAV 전용 Lidar 제조社 “Yellow Scan”은 AeroVironment, DJI, Microdrones, Acecore 등 26개 플랫폼 제조사의 기체에 호환되도록 개발하는 한편, 부품 모듈화를 통해 공급 경쟁력 제고 중
    - \*\* UAV 추진장치 제조社 “Sky Power GmbH”는 UAV용 가솔린 엔진, 하이브리드 모터 등 제품라인을 다양화하여 수요처를 다양화하고 있으며, 플랫폼에 맞춤형 추진장치를 설계·공급
    - \*\*\* 드론용 플랫폼 OS 개발기업 “Auterion”은 무인시스템 오픈소스 제공을 통해 시장 점유율을 확보하고, 고급 응용프로그램을 판매하는 전략을 통해 산업 내 지배력 강화
  - (계열화) 인수합병을 통해 관련 부품/SW 기업을 계열화하여 독자 설계역량을 확보하여 종합 부품기업으로 전환 중
    - \* UAV 동력원 및 추진 부품 종합 제조 기업인 “UAV Propulsion Tech”는 Suter Industries(UAV 엔진), Mejzlik(프로펠러 제조), HES 에너지 시스템(고성능 경량 수소연료전지), Reventec(연료센서), Volz(서보 액추에이터) 등 동력원 및 추진 관련 기업들을 인수하여 계열화하고 종합 부품 제조사로 경쟁력 강화
    - \*\* 무인시스템 개발 기업 “Textron Systems”는 Optice(지리 공간 시각화 SW), SeeGEO(지리공간 분석 SW), RemoteView(데이터분석 SW), Opmeta(비디오 인코딩 솔루션 HW) 등 데이터·이미지 분석 SW 개발사를 인수합병하여 계열화
  - (기술개발) 장시간 체공, 정밀항법 등 UAV 요구성능 향상에 따라 부품 중요성이 증가하고, 이에 따라 부품기업의 R&D 참여가 활발히 진행되고 있음
    - \* 2021년 항공택시 제조사 Lilium社는 배터리 제조사 CUSTOMCELLS社와 파트너십을 체결하여 장시간 체공 가능한 맞춤형 배터리 개발
    - \*\* 드론 상황인식 솔루션 제공 기업 Sagetech와 충돌회피 시스템 개발기업 Ciconia는 美 BIRD HLS 프로그램 기금을 받아 UAV와 유인항공기가 영공에서 공존 기술 개발(2021)
    - \*\*\* 추진시스템 공급 기업 Northwest UAV는 미국 해군 연구소(NRL)와 함께 프로토

타입 수소 연료 전지를 개발, 해당 전지는 UAV의 높은 전력 대 중량 비율과 가혹한 운영 요구 사항을 충족하도록 설계하여 효율성과 안정성 향상(2021)

□ (협력동향) 글로벌 주요 기업들은 기술협력, MOU, 투자 등 협력을 통해 가치사슬 변화에 적극 대응하여 기업 혁신 중

- Dymond, Parrot 등 주요기업들은 제조-서비스 부문, 제조-부품 부문 등에서 기능제휴를 통해 가치사슬 변화에 대응한 경쟁력 강화
- 상업용 공중무인이동체에 고성능이 요구됨에 따라 주요 기업 간 공동개발을 통해 차별화된 성능을 갖춘 기체를 개발하고 있음
- 상업용 공중무인이동체 상용화를 위한 기술협력, 신규시장 진출을 위한 합작법인 설립 등 기업 간 협력 적극 추진 중

<표 2-76> 글로벌 공중무인이동체 산업 기업협력 동향

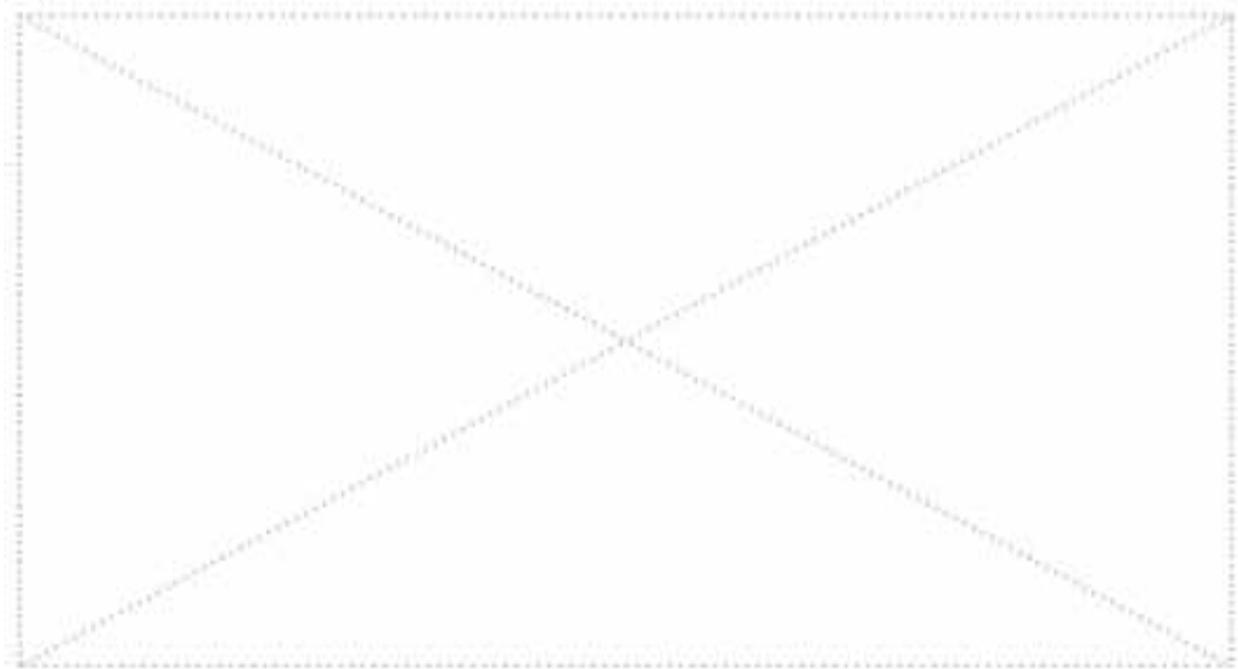
협력기업		협력내용	기업별 역할	협력유형
1	Dymond Group	•AltoMaxx는 UAV를 사용하여 산업 서비스를 제공하고, Dymond Group이 적합한 대형 UAV를 제조(2021)	UAV 제조	기능 제휴
	AltoMaxx		UAV 서비스제공	
2	Parrot	•상업용 UAV 사이버보안 강화를 위해 Parrot은 사이버보안 전문 기업 WISeKey와 파트너십 체결(2021)	UAV 제조	기능 제휴
	WISeKey		보안SW 제공	
3	Leonardo	•수직이착륙 UAV VX4의 기체 개발 및 테스트에 대해 파트너십(2021) •인증기체 개발, 연간 최대 2,000대 공급 목표로 파트너십 체결	기술협력, 생산	공동 개발
	Vertical Aerospace		기술협력	
4	Pyka	•항공기 인증, 상용화에 전문성을 갖춘 EmbraerX와 농업 전용 UAV 제조 업체 Pyka의 농업항공사업 고도화 파트너십(2021)	UAV 제조	기술 협력
	EmbraerX		상용화 지원	
5	ACSL	•日 무인기 제조사 ACSL은 인도 상업용 UAV 시장진출을 위해 에어로아크와 합작법인 ACSL 인디아 설립(2021)	공동출자, 생산	합작 법인
	에어로아크		공동출자	

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

## 나. 육상무인이동체 산업동향

- (가치사슬) 육상무인이동체 산업은 “부품 / 시스템 공급社 → 플랫폼 제조社 → 플랫폼 운용社”의 가치사슬을 형성

[그림 2-22] 글로벌 육상무인이동체 산업 가치사슬

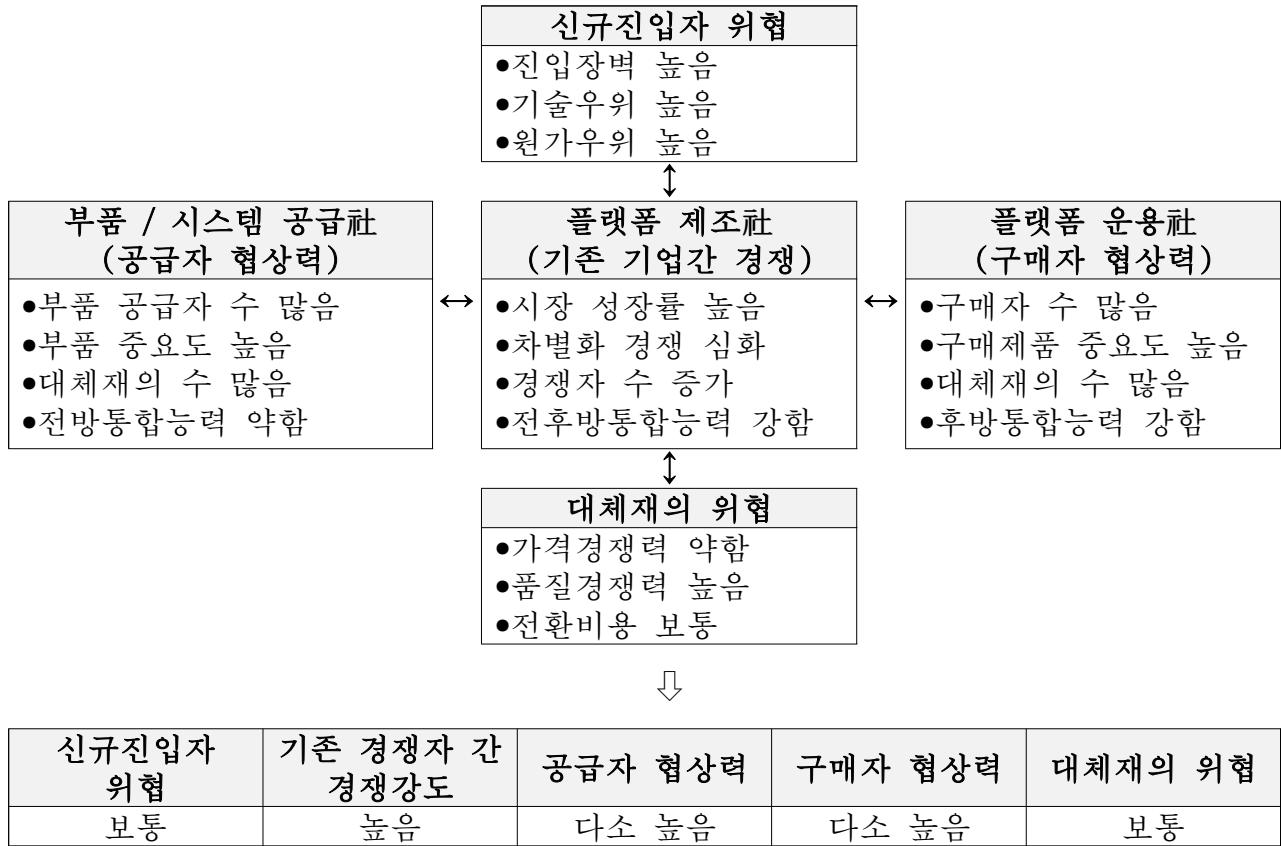


\* 출처 : UNMANNED GROUND VEHICLES MARKET, M&M, 2020 기반으로 재구성

- (부품 / 시스템 공급社) 원천기술 기반의 핵심 부품 및 무인시스템을 공급하고 있으며, 무인시스템, 센서 등 무인이동체 핵심부품 외의 부품은 차량 및 산업용 장비의 부품을 공유
- (플랫폼 제조社) 무인 트랙터, 무인운반차, 소형화물 배송 등 적용분야별로 제조社의 전문화가 진행되어 경쟁 중
  - \* 각 분야별 제조社 간 경쟁영역 중첩이 최소화되어 있고, 분야 내에서 경쟁이 활발히 진행되고 있음
- (플랫폼 운용社) 플랫폼을 구매하여 제조, 물류, 유통, 서비스 등에 운용하는 기업 및 정부이며, 주로 계약주문 형태로 플랫폼을 구매하고 있음

- (산업구조) 공중무인이동체 산업은 기존 기업간 경쟁, 공급자 협상력, 구매자 협상력이 높은 구조를 가지고 있음

[그림 2-23] 글로벌 육상무인이동체 산업구조



- (공급자 협상력) 유인차량의 부품을 공유하고 있어 부품 선택지가 많아 공급자 협상력은 낮은 편이나, 무인시스템 및 센서 등 핵심 부품 공급자의 협상력은 강화\*되고 있음

\* Autonomous Solutions社는 기존 장비에 무인·자율 전환하는 무인시스템 공급 업체로 무인트랙터, 자율주행차, 무인운반차 등 플랫폼 제조社에 시스템 공급 중이며, 주요 협력사로 보잉社, General Dynamics社, 록히드마틴社, 포드社 등이 있음

- (기존 기업간 경쟁) 분야별 주요 제조社의 기술경쟁이 심화\*되고 있으며, 제품의 활용영역 측면에서 차별성이 낮기 때문에 경쟁이 치열함

\* 농업, 무인운반차, 소형화물 부문은 기존 사람의 작업을 완전히 대체하는 것을 목표로 기술개발과 경쟁이 진행되고 있음

\*\* 서비스/사회안전 분야는 방역, 재난구조, 감시정찰 등 차별화된 서비스를 제공하기 위해 기술경쟁 진행 중

<표 2-77> 육상무인이동체 적용분야별 주요 제조사

무인 트랙터·농기계	무인운반차(AGV)	소형화물	서비스/사회안전
<ul style="list-style-type: none"> <li>•John Deere社</li> <li>•ATC社</li> <li>•Fendt社</li> <li>•Case IH社</li> <li>•Deepfield社</li> <li>•Robotics社</li> <li>•Harvest社</li> <li>•Automation社</li> <li>•CNH社</li> <li>•ACFR社</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•DAIFUK社</li> <li>•JBT社</li> <li>•KUKA社</li> <li>•KION社</li> <li>•TOYOTA INDUSTRIES社</li> <li>•Vecna Robotic社</li> <li>•Seegrid社</li> <li>•Balyo社</li> <li>•Junghaeinric社</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Nuro社</li> <li>•Eliport社</li> <li>•Dispatch社</li> <li>•Fedex社</li> <li>•Amazon社</li> <li>•TwinsHeel社</li> <li>•Kiwibot社</li> <li>•Refractin AI社</li> <li>•Marbler社</li> <li>•Starship Technologies社</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•UVD 로봇</li> <li>•PATORO</li> <li>•AHR HOSPI</li> <li>•Knightscope</li> <li>•EOS Innovation</li> <li>•SMP Robotics</li> <li>•Shark Robotics</li> <li>•Milrem Robotics</li> <li>•Textron</li> </ul>

- (구매자 협상력) 구매자는 농업, 유통, 물류, 제조업 등에 걸쳐 기업, 정부기관 등 다양하고, 분야별 경쟁력 있는 제품이 다수 출시되어 있어 선택지의 다양화로 구매자 협상력이 강하나, 무인화 필요성의 증가로 점차 플랫폼 제조社의 협상력이 증가할 것으로 전망
- (신규진입자 위협) 무인트랙터, 무인운반차량 분야의 경우 기존 농기계 제조社, 산업용 차량 제조社 등이 기술력과 자본력을 바탕으로 시장을 선점하여 신규집입이 어렵기 때문에 신규진입자의 위협이 낮으나, 소형화물 분야는 스타트업이 다수 진출하는 등 신규진입자 위협이 증가하고 있음

<표 2-78> 육상무인이동체 배송 분야 기업진출

구분	기업	세부내용
물류	Fedex	•FedEx SameDay Bot을 출시하며 육상 무인이동체 배송 진출(2019)
	Amazon	•2019년 배송용 육상무인이동체 출시, 주간배송에서 실험적용하며 시장진출
IT	쑤닝	•2018년 배송용 육상무인이동체 출시하며 배송시장 진출
스타트업	NURO	•2016년 창립, 2019년 배송용 육상무인이동체 R2를 출시하며 시장 진출 본격화
	TwinsHeel	•2018년 배송용 육상무인이동체 출시 •소형 배송용 육상무인이동체에서 중형으로 제품라인 확대 중
	Refractin AI	•2019년 배송용 육상무인이동체 REF-1 출시
중장비 제조	Caterpillar	•2020년 건설, 광업 장비 제조기업인 Caterpillar社는 배송용 육상무인이동체 제조 스타트업 Marble社를 인수하여 배송 시장 진출

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

- (대체재의 위협) 운송·배달 분야의 경우 공중무인이동체가 대체재로서 위협이 되고 있으나, 농업분야의 경우 직접 경작, 정밀 분석 등에서 육상무인이동체의 이점이 있어 대체재의 위협은 보통수준
- (핵심플레이어 동향) 주요 제조社는 분야별로 전문화하여 경쟁 중이며, 부품/시스템 공급社는 농업·운송 등 다수 분야로 공급 중
- (플랫폼 제조社) 무인트랙터, 무인운반차 분야는 시장 지배력을 갖춘 주요 제조社를 중심 경쟁 심화 중, 배송 및 서비스분야는 진입장벽이 다소 낮아 신규 시장진입이 활발히 진행되고 있음
  - (농업) 시장지배력을 갖춘 소수 농기계 제조社 중심의 경쟁 양상이 고착화 중이고, 각 제조사는 핵심기술 확보와 제조경쟁력 강화를 위해 인수합병 및 투자 등을 통해 생태계 조성하고 있음
    - \* 선도기업인 John Deere社는 시장 내 수요가 많은 자사 제품을 무인화하는 전략을 통해 무인트랙터 시장 지배력 강화
    - \*\* 무인트랙터 시장에서 지배력을 강화하기 위해 자율주행 스타트업, 무인농기계 제조사 등을 인수합병하며 핵심기술 및 제조 경쟁력 확보
    - \*\*\* AGCO社는 무인트랙터 제조기업 Fendt社, 인공지능 연구개발 기업 Appareo社를 인수합병하여 핵심기술과 제조인프라 확보
    - \*\*\*\* Kubota社, ATC社, Case IH社 등 무인트랙터 및 무인농기계 제조社는 기존 출시한 제품의 성능을 개선하며 시장 내 경쟁력 확보

<표 2-79> 육상무인이동체 무인트랙터 기업동향

주요기업	기업 동향
John Deere社	<ul style="list-style-type: none"> <li>•스마트폰 기반 인터페이스를 제공하는 Autonomous 8R Tractor를 공개(2022)</li> <li>•무인트랙터 경쟁력을 확보하기 위해 자율주행 기술 스타트업 “베어 플래그 로보틱스”를 인수(2021)</li> <li>•자율 제조 및 분무 로봇 제조社 “Blue River Technology” 인수</li> <li>•배터리 기술 제공업체 Kreisel Electric社 인수</li> <li>•日 트랙터 제조社 Yanmar와 기술제휴</li> </ul>
AGCO社	<ul style="list-style-type: none"> <li>•자사 농기계의 무인·자율화를 목표로 핵심기술 확보</li> <li>•무인트랙터 제조社 Fendt 인수합병</li> <li>•인공지능 연구개발 기업 Appareo社를 인수</li> </ul>
Kubota社	<ul style="list-style-type: none"> <li>•AI 기반 농업용 스마트카메라 제조社 Bloomfield Robotics에 투자</li> <li>•자동 수확로봇 제조社 advanced.farm에 투자하여 무인 수확기술 개발</li> </ul>

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

- (운송·물류) 생산 라인, 물류 창고, 공항 등에서의 중량물 운반을 위해 AGV(무인운반차)의 활용이 증가 중이고, 주요 제조社는 현장 수요에 맞추어 제품을 다양화하고, 고정밀 운행 가능한 플랫폼 출시

**<표 2-80> 육상무인이동체 운송/물류분야 기업동향**

주요기업	기업 동향
DAIFUK社	•체인 컨베이어 방식, 르러 컨베이어 방식, 지게차 방식, 터널 견인 방식, 미니로드 방식 등 다양한 무인운반차량 제품라인을 갖추어 경쟁력 강화
JBT社	•Hyster-Yale Materials Handling社와 협력하여 듀얼모드 무인운반차 출시(2019) •정밀도를 위한 센서, 3D 카메라, 자동 성능을 위한 온보드 네비게이션, 최적화된 효율성을 위한 차량 관리 소프트웨어를 Hyster-Yale Materials Handling社의 지게차에 제공하여 수동·자동 듀얼모드 무인운반차 출시
TOYOTA INDUSTRIES社	•All Nippon Airways(ANA)社와 협력하여 Saga 공항에서 일본 최초의 자율 견인 트랙터를 테스트(2019) •2D/3D 라이다 센서를 사용하여 경로에 있는 물체를 자동으로 감지하고 차량이 코스를 자동으로 조정 •도로 패턴 매칭 시스템과 GPS 시스템도 트랙터에 장착되어 위치를 계산하고 경로설계 가능
KUKA社	•HRC 지원 KUKA LBR iiwa가 설치된 자율 로봇 플랫폼인 KMR iiwa를 출시(2018)하여
Vecna Robotic社	•2017년 산업 부문에 물류 로봇 제품 확장하며 육상무인이동체 시장 진출, 2020년 자동지게차 출시

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

- (소형화물 및 서비스) 소형화물배송 및 서비스 분야의 성장에 따라 물류기업, IT기업, 스타트업 등의 진출이 활발하며, 시장 선점을 위해 서비스 기업과 파트너십 활성화

\* 육상무인이동체를 통한 라스트마일 배송시장 선점을 위해 주요 제조社는 배송 파트너십 체결하며 시장 확보 중

※ (라스트마일) 소매 창고에서 고객의 문 앞까지 음식, 식료품 또는 모든 소포를 배달하는 육상무인이동체

\*\* 육상무인이동체를 활용한 서비스 수요의 증대에 따라 방역, 보안, 재난구조, 감시정찰 등 분야별 제품출시가 활발하며, 주요 기업들은 시장 선점을 위해 차별화된 플랫폼 개발 중

<표 2-81> 육상무인이동체 소형화물 및 서비스분야 기업동향

주요기업		기업 동향
소형화물 배송	NURO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로기반 자율주행 배송이 가능한 NURO R2 출시</li> <li>• 장거리 자율 화물 배송차량 제조사 Ike 인수하여 장거리 배송시장 진출</li> <li>• 월마트, 도미노, 7-Eleven 등 기업 대상으로 배송 파트너십 체결</li> </ul>
	Starship	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노던 애리조나 대학, 위스콘신 대학, 휴스턴 대학 등 대학과 신도시를 중심으로 배송 서비스 진출</li> </ul>
	Amazon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행 배송차량 아마존 스카우트를 개발하고, 시험운용 실시</li> <li>• 소형 무인이동차량 제조 스타트업 Dispatch社 인수</li> </ul>
서비스	UVD Robots (방역)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자외선 및 스프레이 소독 육상무인이동체 제조사</li> <li>• 시설 관리 분야 글로벌 기업 ISS社와 파트너십을 통해 세계 30여 개국 의료, 제약, 산업 분야 고객사 대상 무인방역 서비스 제공</li> <li>• 방역분야 외에 배송분야 진출 시도</li> </ul>
	Knightsc ope (치안)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 보안용 육상무인이동체 제조</li> <li>• 글로벌 보안전문 기업 Allied Universal와 전략적 파트너십을 맺고 미국에 기반을 둔 보안서비스 고객에게 자율 보안 로봇(ASR)을 제공</li> </ul>
	Milrem robotics (소방)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UGV 제조사로 방산분야에 집중하고 있으나, UGV 활용 서비스 분야의 성장에 따라 소방용 페이로드를 탑재하여 화재진압용 플랫폼 출시</li> </ul>

○ (부품/시스템 공급社) 부품/시스템 공급社는 농업·운송·서비스 등 다양한 분야에 부품 및 시스템을 공급 중이며, 부품기업 중심의 생태계 조성하며 기술을 선도하고 있음

- (공급분야 다양화) 주요 육상무인이동체 부품 및 시스템 공급社는 제조社와 달리 다양한 분야의 무인이동체 제조사와 거래 중이며, 육상 뿐 UAV 제조사에도 부품 공급 중

\* OBSETECH(열화상 카메라), Inertial Labs(항법센서), Vanguard(배터리팩) 등 부품공급사는 무인트랙터·AGV·자율주행차 등에 부품 공급하며 개방적 거래관계 형성

- (부품기업 중심 혁신) 부품 및 시스템 기업 중심의 기술혁신이 활발히 진행되어 부품기업의 자체 경쟁력 및 자체 생태계 조성 중

\* 육상무인이동체 라이다 공급 기업 Velodyne Lidar社는 자사 라이다 솔루션을 기반으로 기술통합업체 생태계인 'Automated With Velodyne'을 구축, 생태계 참여 기업에 기술을 지원하고, Velodyne Lidar社는 다양한 응용제품 지원 솔루션 개발하고 있으며, 90여개 기업이 참여하고 있음

\*\* 자율주행 센서 및 SW 공급 기업인 Hexagon社는 센서 자회사 Novatel社와 SW 자회사 AutonomouStuff社간 공동R&D를 통해 자율 포지셔닝 및 감지 키트를 개발

□ (협력동향) 경쟁심화에 따라 주요 기업 간 기술협력 및 공동개발이 활발히 진행

- Clearpath Robotics社는 자사에서 개발·제조한 육상무인이동체에 Universal Robotics社의 로봇암의 호환성을 향상시켜 응용서비스 분야에서 제품경쟁력을 향상시키기 위해 기술제휴를 체결
- Cobham社는 EPE社의 레이더기능을 자사 육상무인이동체에 통합하기 위한 공동프로젝트를 수행

<표 2-82> 글로벌 육상무인이동체 산업 기업협력 동향

협력기업		협력내용	협력유형
1	Clearpath Robotics	•Universal Robotics의 로봇암이 Clearpath Robotics에서 즉시 사용가능하도록 지원하는 기술제휴(2018)	기술협력
	Universal Robotics		
2	Howe and Howe	•Howe and Howe는 Endeavor Robotics와 美군 용 UGV용 프로그램 공동 구축(2019)	공동개발
	Endeavor Robotics		
3	Cobham	•EPE 원격배치 레이더 기능을 자사 UGV에 통합하기 위해 공동 프로젝트 수행(2018)	공동개발
	EPE		
4	DOK-ING	•이스라엘 항공우주 산업(IAI)과 화학, 생물학, 방사성 물질에 오염된 로봇 시스템의 제조, 마케팅 및 판매를 위한 협력 계약을 체결(2018)	기능제휴
	IAI		

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

## 다. 해양무인이동체 산업동향

- (가치사슬) 해양무인이동체 산업은 “시스템/부품 공급社 → 플랫폼 제조社 → 플랫폼 운용社”의 가치사슬을 형성하고 있음

[그림 2-24] 글로벌 해양무인이동체 산업 가치사슬

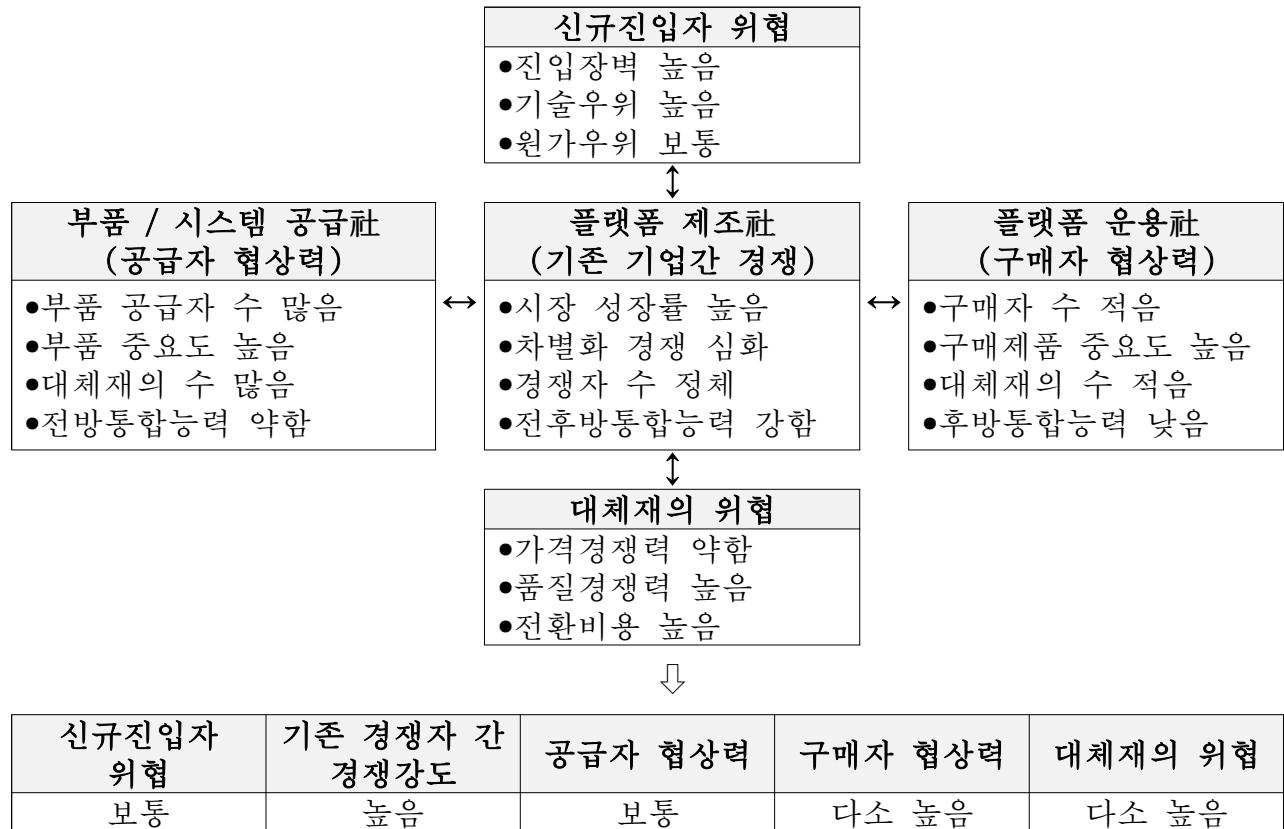


\* 출처 : GLOBAL UNMANNED MARINE VEHICLES MARKET, Mordor Intelligence, 2021

- (시스템 / 부품 공급社) 선박 및 잠수함을 무인·자동화하기 위한 시스템 공급社와 부품 공급社로 구성되어 있음
  - (플랫폼 제조社) 대형 제조社를 중심으로 경쟁 관계가 형성되어 있으며, 정부, 해운사, 연구기관 등 최종 플랫폼 운용社의 요구에 부합하는 플랫폼을 개발·설계·제조하여 공급
  - (플랫폼 운용社) 정부, 해운사, 연구기관 등으로 구성되어 있으며, 운용 특성에 따라 제조社에 성능 요구를 하여 플랫폼을 조달하거나, R&D 자금을 지원하기도 함
- \* 英 국방과학기술연구소의 R&D 투자로 ASV社 신기술 테스트베드 제공, 버지니아 공대는 Dive Technologies社와 차세대 무인수중이동체 공동개발

- (산업구조) 해양무인이동체 산업은 기존 기업간 경쟁, 구매자 협상력, 대체재의 위협이 높은 구조임

[그림 2-25] 글로벌 해양무인이동체 산업구조



- (공급자 협상력) UMV 플랫폼 제조사는 일반 선박, 잠수함용 부품\*을 공유하고 있어 다양한 선택지로 인해 공급자 협상력\*\*은 보통

\* 부품공급업체의 협상력은 낮으나, 무인시스템의 경우 UMV 개발단계부터 협력하기 때문에 무인시스템 공급업체의 협상력까지 고려하면 공급자 협상력이 보통 수준

\*\* 무인시스템 공급社 Sea Machines社는 Silver Ships社, Metal Shark社, HIKE METAL社 등 글로벌 제조社에 무인시스템 공급 및 공동 개발

- (기존 기업간 경쟁) Kongsberg, General Dynamics 등 대규모 제조社 중심으로 시장 경쟁 중이며, AI, 로봇 공학, IoT와 같은 첨단 기술이 해양산업에 적용 가속화 되면서 경쟁 심화

- (구매자 협상력) 해운사, 정부, 연구기관 등 주요 플랫폼 운용社는 구매와 함께 R&D에도 투자하고 있어 협상력이 강하지만, 소수 플랫폼 제조社가 공급을 주도하여 구매자 협상력을 약화시킴

\* 英 국방과학기술연구소의 R&D 투자로 ASV社 신기술 테스트베드 제공, 버지니아 공대는 Dive Technologies社와 차세대 무인수중이동체 공동개발

- (신규진입자 위협) 자본 집약적이고, 아직은 방위산업 중심이기 때문에, 주요고객인 정부의 조달 요건이 까다로워 신규진입자의 진입은 어려운 편
- (대체재의 위협) 무인선의 대체재는 기존 화물선으로, 해운사가 운용 중인 선박을 무인선으로 대체하는데 전환비용이 소요되어 대체재의 위협은 다소 높을 것으로 예상
- (핵심플레이어 동향) 대형 플랫폼 제조社 중심의 통합화가 진행되어 소수 제조社의 산업 내 지배력이 강화되고 있으며, 주요 부품/시스템 기업은 플랫폼 제조부문의 진출이 활발
- (플랫폼 제조社) 글로벌 주요 제조社의 인수합병으로 대형 기업 중심으로 산업 통합화 중이며, 주요 기업들의 핵심기술 확보 경쟁 심화
  - (통합화) 주요 제조社의 활발한 인수합병으로 소수 대형 기업 중심 통합화가 진행되고 있어 소수 플랫폼 제조社의 산업 내 지배력 강화 중
  - 글로벌 해양무인이동체 선도기업 Kongsberg社는 무인화물선 제조社 Rolls-Royce Commercial Marine社 합병, 선박 모니터링 시스템 공급社 COACH Solutions社 인수
    - \* 글로벌 해양무인이동체 선도기업인 Kongsberg社는 유인 및 무인 화물선 선도기업인 Rolls-Royce Commercial Marine社를 2019년 합병하여 30개국 이상에 걸친 서비스 네트워크와 롤스로이스의 해양 추진, 데크 기계, 자동화 및 제어 등 핵심기술을 확보
    - \*\* 선박모니터링 시스템 공급社 COACH Solutions社 인수를 통해 에너지 효율화 및 선박 관리 디지털화 기술 확보
  - Huntington Ingalls Industries社는 Hydroid(UUV 제조社), Alion S&T(시스템 공급社), Spatial Integrated Systems(자율지능 개발) 등을 인수합병
  - L3 Harris社는 USV제조社 ASV GLOBAL을 인수하여 무인

off-board 센서, 수상/수중 선박 통합운영 등 역량 강화

- (기술경쟁) 글로벌 해양무인이동체 시장은 제조社들의 기술혁신 및 플랫폼 개발이 활발히 진행되고 있어 시장 경쟁 치열

- Reach Subsea社, CHC Navigation社, Airmar Technology社 등 주요 수상무인이동체 제조사는 조사·탐사, 화물 등 제품 포트폴리오를 다양화하며 시장 내 영향력 확대 중이며, 태양열 구동, 정밀 센서 등 기술혁신을 통해 경쟁력 강화 중

<표 2-83> 글로벌 해양무인이동체 산업 기술혁신 동향

기술 혁신 및 플랫폼 개발 내용	
기업	기술 혁신 및 플랫폼 개발 내용
수상무인이동체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2022년에 2척의 무인 수상 선박(USV)을 출시하고 2025년까지 USV의 전체 서비스 포트폴리오를 제공할 계획</li> <li>• 2021년 해저 서비스를 위한 새로운 지속 가능한 솔루션을 도입하고, 측량, 검사 및 조명 수리 프로젝트 전용 무인 수상 차량(USV)을 출시</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신형 USV '아파치3'를 발표, 호수, 강, 해안 등에서 조사 및 탐사 활동에 활용, 경량급 수상 로봇으로 쉽게 운반 가능</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SmartBoat 시스템의 도입(2021)</li> <li>• USV 및 유인 선박용 센서 관리 솔루션이며 모든 주요 해양 센서 프로토콜 및 네트워크 유형과 함께 작동</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SeaRobotics Corporation은 차세대 유틸리티 클래스 ASV인 SR-Utility 3.0을 발표(2021)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장기적인 해양 관찰 및 데이터 수집을 위해 태양열로 구동되는 USV를 설계, 제작, 테스트 및 제조</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 새로운 기함 Teledyne RESON SeaBat T51 Dual Head MBES로 수로 측량선 Titan Endeavour를 업그레이드하기 위한 R&amp;D 투자(2021)</li> </ul>
수중무인이동체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI와 태양 에너지로 구동되는 수상무인이동체(Mayflower Autonomous Ship)를 개발하여 해양에서 장시간 데이터를 수집·분석할 수 있음</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 수심 측량 기능이 있는 사이드 스캔 소나, 고화질 머신 비전 카메라, 온도 및 압력을 측정할 수 있는 기능이 있는 음속 센서, 탁도 센서 및 형광 측정 기능을 포함한 새로운 UUV Bluefin-9 개발(2018)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마이크로 UUV SwarmDiver 출시(2018)</li> <li>• 국방 및 보안 응용 프로그램 외에도 연구, 항만 관리 및 해양학에 배치</li> <li>• 2kg 미만, 75cm, 50m 수직 잠수 기능, 무선 데이터 피드백 등의 기능 내재</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해저 로봇 인 아쿠아넛을 발표(2018)</li> <li>• Aquanaut는 30초 이내에 AUV에서 ROV로 변환</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AUV의 생산, 판매 및 판매 후 서비스를 전문으로 하는 새로운 자회사인 Kawasaki Subsea 설립(2019)</li> <li>• 개발한 SPICE AUV는 자율지능 기능을 바탕으로 물류 파이프라인 등 해저 자산 검사 작업에 투입되고 있음(2021)</li> </ul>
ThyssenKrupp Marine Systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2024년까지 수소 연료 전지와 리튬 이온 배터리로 구동되는 공기 독립적인 연료 전지 추진(AIP) 시스템이 장착되어 있는 UUV 개발 발표</li> </ul>

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

- (시스템/부품 공급社) 해양 운용환경에 맞는 부품 및 시스템의 중요성이 증가하고 있으며, 이에 따라 주요 공급社는 기술개발에 집중하고 있으며, 플랫폼 제조로 사업영역을 확대 중
- (핵심부품 기반 제조진출) 수상 및 수중의 특수한 환경에 적합한 부품 및 시스템 수급의 중요성이 증가하고, 이에 따라 주요 부품 및 시스템 공급社는 기술개발에 집중하여 경쟁력 있는 제품을 출시
  - \* Cambridge Pixel, Sonardyne International 등 주요 부품기업들은 ASV(L3), BAE Systems, SEA-KIT, Kawasaki Heavy Industries 등 다수 글로벌 제조사에 부품 공급 중

<표 2-84> 주요 해양무인이동체 부품기업 동향

기업	동향
Cambridge Pixel	•USV용 레이더 소프트웨어, 센서 처리 및 디스플레이 솔루션 선도 기업
Sonardyne International	•USV, AUV, ROV의 추해양 음향, 관성, 광학 및 수중 음파 탐지 기 기술의 선도적인 글로벌 공급업체
FarSounder	•3D 전방감시 수중 음파 탐지기(FLS), 수중 네비게이션 공급사
SubCtech	•해양 모니터링 시스템 및 해저 배터리 공급사
SeeByte	•해상 지휘 및 제어 시스템, 해양 자치 SW
Sea Machines	•해양 제어 시스템, 자율 명령 시스템

- 주요 부품 및 시스템 공급사는 차별화된 성능을 갖춘 플랫폼 제조로 사업영역을 확대하고 있음

<표 2-85> 주요 해양무인이동체 부품기업 플랫폼 제조 현황

기업	동향
Dynautics Ltd	•USV 및 UUV용 통신 시스템 및 프로토콜 모뎀 부품 공급 업체로 UUV 플랫폼 Phantom 개발
Blue Robotics	•수중추진기, 수중 음파탐지기, 수중 센서 공급업체이며, 해양 원격 운영차량(ROV) BLUEROV2 개발
CHC Navigation	•GNSS Positioning, Navigation Systems 공급사로, USV 플랫폼 APACHE 6 제조
iXblue	•관성 내비게이션 솔루션, 수중 통신, AI 솔루션 등 해양 무인이동 시스템 공급사로, USV 플랫폼 기반 DriX 출시

- (협력동향) 제품 경쟁력과 함께 서비스 경쟁력을 통해 산업 경쟁력을 강화하기 위해 기업 간 협력이 활발하게 진행되고 있음
  - (수상무인이동체) 수소 에너지, 자율운항 강화 등을 위해 기업간 공동개발 및 기술협력이 활발히 진행 중
    - Acua-Ocean社는 하리움산업社과 함께 수소 무인선을 공동개발 중
    - Sefine Shipyard社는 Aselsan社의 자율시스템, 통신 등의 기술을 제공에 대한 기술협력 제휴를 체결

<표 2-86> 글로벌 수상무인이동체 산업 기업협력 동향

협력기업		협력내용	협력 유형
1	Acua-Ocean	•수소 무인선박에 필요한 수중 액화수소탱크, 파워팩을 제조하는 하리움산업과 제휴하여 수소 무인선 개발(2021)	공동 개발
	하리움산업		
2	Wärtsilä	•Wärtsilä는 MAGPIE(sMArt Green Ports as Integrated Efficient multimodal hubs)라는 연구 프로젝트를 통해 자율무공해 바지선을 개발 중(2021)	공동 개발
	HAROPA		
	DeltaPort		
3	Thales	•탈레스와 L3해리스는 함께 새로운 종류의 대잠수함용 USV를 개발(2021)	공동 개발
	L3Harris	•4년의 기간 동안 4,000시간의 시험 •자율 엔진, 기뢰 탐지 및 분류, 실시간 데이터 전송 가능	
4	Sefine Shipyard	•Sefine Shipyard는 USV 건조를 주도하고 Aselsan은 자율 시스템, 통신, 전자 광학 센서 및 원격 제어 무기 스테이션(RCWS)에 대한 전문성을 기여(2021)	기술 협력
	Aselsan		

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

- (수중 무인이동체) 주요 기업들은 서비스경쟁력을 제고하기 위해 기업간 기능제휴를 활발히 추진 중
  - Kongsberg Digital社는 디지털 솔루션 기능의 개선을 위해 해양자원 개발기업 Aker BP 계약을 체결, 실시간 클라우드 기반 데이터 접근, 의사결정 지원 등 데이터 관련 서비스 경쟁력 강화
  - ThayerMahan社는 관성 항법, 해저 포지셔닝, 수중 이미징 등 기술을 보유한 Ixblue社와의 제휴를 통해 무인 해양측량 서비스를 제공
  - UST社는 해양무인이동체 인공지능 기술개발 기업인 Charles

River Analytics社와 제휴하여 국방, 상업 운송, 석유 및 가스, 해상 풍력, 지리 조사 등의 서비스 경쟁력 강화

- Houston Mechatronics社는 해조 조사 서비스 전문기업 Stinger Technology AS社와 협업을 통해 노르웨이 석유 및 가스시장 진출
- Boxfish Research社는 수중 자산관리 부문 경쟁력을 제고하기 위해 해저조명 전문회사 Transmark Subsea社와 기술협력 및 기체 공동 설계를 하여 서비스 부문 경쟁력 제고 중

<표 2-87> 글로벌 수중무인이동체 산업 기업협력 동향

협력기업		협력내용	협력유형
1	Kongsberg Digital	•디지털 솔루션을 개선하기 위해 Aker BP와 새로운 연장 계약을 체결	기능 제휴
	Aker BP	•실시간 클라우드 기반 데이터 접근을 가능하게 하고 의사 결정을 지원	
2	ThayerMahan	•ThayerMahan과 Ixblue가 협력하여 무인 해양측량 서비스를 제공	기능 제휴
	Ixblue	•해양 재생 에너지, 석유 및 가스, 수로 측량, ISR, 모니터링 및 추적 작업에 사용	
3	NORTHROP GRUMMAN	•호주의 Marand Precision Engineering과 Moorabbin 시설에서 AQS-24B 견인 지뢰 찾기 시스템의 구성 요소를 제조	기능 제휴
	Marand Precision Engineering		
4	UST	•UST(Unmanned Systems Technology)는 UUV, USV 및 기타 무인이동체용 지능형 기술 개발자인 Charles River Analytics와 제휴	기능 제휴
	Charles River Analytics	•다양한 분야에 적합한 UUV 솔루션을 시연	
5	Houston Mechatronics Inc.	•Stinger Technology AS와 협업 계약	기능 제휴
	Stinger Technology AS	•노르웨이 석유 및 가스 시장 내에서 IRM 운영을 목표로 하고, 이에 필요한 AUV/ROV 및 필요한 서비스를 제공	
6	Ocean Infinity	•ExxonMobil과 자율 수중 이동체(AUV) 공급 계약을 체결	기능 제휴
	ExxonMobil	•연구용 데이터 수집에 활용	
7	HII Technical Solutions	•Spatial Integrated Systems Inc.와 제휴	기능 제휴
	Spatial Integrated Systems Inc.	•정보, 감시, 정찰, 항만 순찰, 고부가가치 부대 호위 임무, 탑재물 운반, 지뢰 제거 서비스 고도화	
8	Boxfish Research	•Boxfish Research는 수중 자산의 지속적인 모니터링을 위해 해저 조명 전문회사 Transmark Subsea와 협력하여 기술협력 및 공동 기체 설계	기술 협력
	Transmark Subsea		

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

### 2.2.3. 국내 무인이동체 산업동향

#### 가. 공중무인이동체 산업동향

- 중소기업 중심으로 산업이 구성되어 있었으나, 두산, LG, SK, 현대 등 대기업의 공중무인이동체 시장진출이 증가하고 있으며, 주요 국내기업들은 차세대 플랫폼 개발을 통한 시장선점을 위해 핵심 기술을 확보하고 있음
  - (대기업 진출 활발) 국내 주요 대기업은 수소에너지, 배터리 등 기업이 가진 핵심기술을 바탕으로 공중무인이동체 시장에 진출 중
    - 두산은 자회사 두산모빌리티이노베이션을 설립(2016년)하여 무인기 시장에 진출, 드론용 수소연료전지팩과 이를 탑재한 드론을 출시(2019년)
    - LG전자는 가전을 개발하며 축적한 인버터 모터 기술이 기반으로 드론용 전기모터를 개발하여 부품시장을 진출하였으며, LG에너지솔루션은 한국항공우주연구원과 고고도 장기 체공 태양광 무인기(EAV-3)의 성층권 비행 시험을 성공
    - SK E&S는 액화수소드론 상용화를 위해 관련 기업들과 공동연구를 추진하였으며, 추후 도심형 항공 모빌리티 시장에서 통신분야 진출을 위해 조직개편
    - 현대자동차는 CES 2020에서 PAV 컨셉트 S-A1을 공개하여 공중무인이동체 시장에 진출을 하였으며, 자회사 현대모비스는 공중무인이동체용 수소연료전지팩을 개발 및 실증

<표 2-88> 국내 대기업 공중무인이동체 진출 사례

제조사	두산모빌리티 이노베이션	LG에너지솔루션& 한국항공우주연구원	SK E&S	현대자동차
제품	DS30	EAV-3	액화수소드론	S-A1
				
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2시간, 80km 비행</li> <li>• 기체수소전지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고도 22km를 13시간 동안 비행</li> <li>• 리튬황배터리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대 12시간, 480km 비행</li> <li>• 액화수소전지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대 5명 탑승</li> <li>• 최대 290km/h</li> <li>• 한번 충전으로 최대 100km 주행</li> </ul>

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

- 공중무인이동체 시장의 성장 전망과 정책적 지원에 따라 취미용, 상업용, 농업용 시장에 진출하는 중소기업들이 증가하고 있음
  - 국내 드론 시장은 군 수요를 중심으로 형성되어 방산기업 위주의 군용 무인 항공기가 지배적이었지만, 군용 목적 외에도 촬영, 농업, 상업용 완성체 드론을 판매하는 중소기업들이 증가하고 있음
    - 최근 국내 무인이동체 산업 지원 및 규제 개선 가속화 추세로, 중소기업의 참여기회 확대
    - 민수 분야의 소형 드론시장이 성장하면서 센서, 카메라 벤더 등 다양한 시장 플레이어들이 참여하고 관련 사업자가 기술-부품-완성체 제조를 모두 담당하는 추세를 보이고 있음
  - 국내 드론 시장 규모는 2018년 기준 2,276억 원에서 매년 20.5% 성장하여 2024년까지 6,980억 원 규모로 성장 전망,
    - (제조 부문) 아직 군수요 드론 분야가 훨씬 큰 비중을 차지하고 있으며, 민수용 드론 시장은 운용성·적합성 부족, 규제 등으로 인해 잠재력을 보유한 정도에 그침
    - (활용 부문) 저가·소형 드론 보급으로 신고대수, 활용 사업체, 자격 취득 등 드론 활용 부문의 시장이 빠르게 형성되고 있으나 주로 소규모 운영에 그침

<표 2-89> 국내 농업 및 촬영용 소형 드론 신제품 현황

제조사	(주)AMSystem	(주)드론미디어	순돌이드론	(주)이노드
제품	Nashu 102	XA-VER	티도리	KDrone-A20
	2021년	2019년	2020년	2020년
				

□ 국내 주요 기업들은 글로벌 경쟁력을 갖추고 차세대 공중무인이동체 시장을 선점하기 위해 인수합병을 통해 기술경쟁력 확보 중

- 한컴은 UAV 지상플랫폼 개발사 InSPACE, 특수무인항공기 개발기업 Awesome Tech를 연달아 인수하며 경쟁력 강화 중
- 인투스카이와 메타로보틱스는 인수합병을 통해 농업용 방제드론의 100% 국산화를 목표로 기술개발 중
- 한화솔루션은 수소드론 연료탱크 성능향상을 위해 항공우주용 연료탱크 개발기업 시마론을 인수하였고, 한화시스템은 PAV 선도 기업 오버에어를 인수하여 항공택시 버터플라이를 출시하는 등 한화는 인수합병을 통해 공중무인이동체 기술을 선도하고 있음

<표 2-90> 국내 무인이동체 산업 인수·합병

인수기업		피인수기업	
한컴	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2021년 3월 스마트낙하산, 패러글라이더 등 특수무인항공기 개발기업 Awesome Tech를 인수</li> <li>• 2020년 위성 및 UAV 지상 플랫폼 개발자 스타트업인 InSPACE를 인수, 드론의 무인 운용을 조율하는 자율드론 컨트롤타워 기술인 '드론SAT'를 개발</li> </ul>	Awesome Tech	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2017년 ETRI 기술창업으로 설립된 기업</li> <li>• 드론 스마트낙하산 개발을 통해 드론 추락시 지상 피해를 최소화하기 위한 솔루션 제시</li> <li>• 2021년 한컴 자회사로 인수</li> </ul>
		InSPACE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2012년 설립된 항공우주 산업 분야 기술 개발 기업</li> <li>• 2020년 한컴 자회사로 인수되어 드론 컨트롤타워 드론SAT 개발</li> </ul>
인투스카이	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2021년 8월 창업 초기부터 지속적인 협력관계인 메타로보틱스를 인수</li> <li>• 메타로보틱스의 '지도기반 방제시스템', '관제지스템'을 차세대 SW 개발에 적용 계획</li> </ul>	메타로보틱스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2011년 설립되어 농업용 드론 '반디'를 개발, 지속적으로 반디시리즈를 개발하며 라인을 다양화하였음</li> <li>• 2021년 인투스카이에 인수</li> </ul>
한화솔루션	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2020년 12월 미국 고압탱크업체 시마론 인수</li> <li>• 인수합병을 계기로 차세대 '타입 5 수소연료탱크' 개발에 착수</li> <li>• 2025년까지 시마론에 1억달러 투자 계획</li> </ul>	시마론(Cimaron)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2008년 나사 사내 벤처로 설립한 기업으로, 대형 수소탱크, 항공 우주용 탱크를 생산하고 있음</li> <li>• 2020년 한화 솔루션에 인수되어 한화로부터 R&amp;D자금을 투자받고 적극적인 기술 지원 예정</li> </ul>
한화시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2019년 12월 미국 드론업체 오버에어 지분인수 이후, 2020년 3월 100% 인수</li> <li>• 항공택시 공동개발을 추진하여 '버터플라이' 출시</li> </ul>	오버에어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2019년 수직이착륙기 전문기업 Karem Aircraft에서 분사</li> <li>• PAV 분야선도기업으로 2020년 한화시스템에 인수되어 약 300억원을 투자 받음</li> </ul>
LIG넥스원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2019년 12월 무인기 항법용 센서(반도체) 업체인 마이크로인피니티의 지분을 인수</li> <li>• 드론과 관련한 사업 추진 시 항법센서와 시스템 구축에 마이크로 인피니티의 기술력을 활용</li> </ul>	마이크로인피니티	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2001년 설립한 로봇용 항법 기술 전문업체</li> <li>• 드론이나 무인기 뿐만 아니라 로봇청소기, 자동차 등 민간의 육상 항법 시스템 기술도 보유</li> </ul>

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

## 나. 육상무인이동체 산업동향

- 대학 및 공공연구기관 중심의 기술개발이 진행 중이며, 방산분야의 경우 현대로템, 한화 등이 주도하고, 자율주행차량 부문은 현대자동차가 기술개발을 선도하고 있음
  - 한화디펜스는 4륜구동 다목적 무인차량을 민·군 협력 과제로 개발완료하였으며, 방위사업청이 추진하고 있는 6륜구동 다목적 무인차량개발에 참여하여 임무의 다양화 및 효율화를 목표 개발중
  - 현대로템은 민군겸용 다목적 무인차량 HR-셰르파를 제조하여 글로벌 방위산업 진출을 가속화 하고 있음

<표 2-91> 국내 방산용 육상무인이동체 제품

제조사	한화디펜스	현대로템
제품	지능형 다목적 무인차량 V2	HR-셰르파
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물자운반, 환자후송, 감시 및 정찰</li> <li>• 자율주행, 종속주행, 장애물 회피, 통신두절 시 자동 복귀</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물자운반, 환자후송, 통신중계</li> <li>• 원격주행, 실시간 영상전송, 자율주행</li> </ul>

- 현대자동차는 국내 자율주행기술을 선도하고 있으며, 레벨3 자율주행차량 출시를 목표로 기술개발과 원천기술 기업에 대한 투자 진행 중
  - 현대자동차는 무인자율 모빌리티 종합기업으로 경쟁력을 강화하기 위해 적극적 투자 중
  - 주목할만한 투자는, 자율주행 관련 인공지능(AI) 기술을 개발하는 스타트업 에이모에, 모의 자율주행 기술을 갖고 있는 스타트업 모라이, 美 로봇업체 보스턴다이내믹스 인수합병 등이 있음

- 방산 및 자율주행차 분야 외에 공공서비스, 배송, 무인트랙터 등 분야에서 제품개발이 활발히 진행 중이며, 특히 자율지능 기술이 접목된 제품이 활발히 출시되면서 경쟁 가속화
  - 만도는 獨 자율주행기업 헬라일렉트로닉스를 인수하며 자율주행 부문 사업을 확장하였고, 치안용무인차량 골리가를 출시
  - SKT는 공장자동화 전문기업 오므론제어기기와 함께 코로나19 방역로봇을 개발, 해당 로봇은 5G네트워크를 이용해 서버와 실시간 데이터 교류를 하며 체온검사, UV램프 살균, 방역 등 임무 수행
  - 유진로봇은 자율배송 로봇 GoCart를 개발하여 병원에 공급, 한국 로봇융합연구원은 자율이동 방역로봇 개발
  - 우아한형제들, 로보티즈, 네이버랩스는 근거리 배송용 육상무인이 동체를 출시, 특히 네이버랩스는 건물 내에서 무인 자율차량이 스스로 건물관리 및 서비스를 제공하는 것을 목표로 기술개발 중
  - 현대건설기계 작업장의 환경과 장애물을 스스로 인식해 최적의 경로로 자율주행하며 작업하는 무인지게차를 국내 최초로 출시하여 글로벌 물류시장에 진출 가속화
  - 농업분야는 주로 미국, 일본 등이 무인트랙터 시장을 주도하고 있으며, 국내 LS엔트론, 대동공업, 동양물산 등이 무인 농기계 시장에 진출하여 기술혁신 및 제품개발 중
    - LS엠트론은 독자적인 국내 기술로 자율주행과 로터리, 쟁기작업이 가능한 자율작업 트랙터를 개발하여 해외 기술의존도를 낮추고 글로벌 경쟁력을 확보함
    - 대동공업은 자율주행기능에 다양한 전자동 신기능을 탑재한 무인자율주행 이양기 DRP60을 출시

<표 2-92> 국내 육상무인이동체 제품출시 사례

치안 및 공공/개인 서비스				
제조사	만도	SKT, 오므론제어기기	유진로봇	한국로봇융합 연구원
제품	치안용 무인차량 '골리가'(2020)	코로나 방역로봇 (2020)	GoCart(2020)	PRA-UVC(2020)
배송 및 물류				
제조사	우아한형제들	로보티즈	네이버랩스	현대건설기계
제품	딜리드라이브(2019)	일개미(2019)	M1X(2020)	무인지게차(2019)
농업				
제조사	LS엠트론		대동공업	
제품	자율작업 3단계 트랙터 (2020)		DRP60 (2019)	

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

#### 다. 해양무인이동체 산업동향

- 국내 해양무인이동체 산업은 한화시스템과 LIG넥스원 등 방위산업 중심으로 수중 무인이동체 기업이 기술혁신을 하고 있으며, 로보스텍(ROV), 기가알에프(USV), 세이프텍리서치(USV) 등 기업도 기술혁신을 통해 경쟁력 제고 중
  - 한화시스템은 군집 수색자를 무인잠수정 개발을 위해 선박해양플랜트연구소, 한국로봇융합연구원, KAIST, 한국해양대 등과 산학연컨소시엄을 구성, ‘군집수색 자율무인잠수정 및 운용시스템 개발’
    - 군집제어, 정밀탐색, 실시간 통제 기술을 적용해 수색 능력을 강화시켜 인명구조의 골든타임을 사수하는 것을 목표로 개발
  - LIG넥스원은 해양작전용 수상무인이동체 Sea Sword3과 수중자율기뢰탐색체 개발로 해양무인이동체 제품라인을 강화
  - 로보스텍, 영풍산업 등 중소 해양무인이동체 제조기업도 제품경쟁력 강화를 위해 실증시험을 하는 등 기술혁신 중
- 삼성중공업, 대우조선해양 등 국내 조선사는 세계 일류 조선기술을 바탕으로 무인선박 선진국을 추격을 위해 적극 투자
  - 삼성중공업은 자율운항선박의 핵심 기술인 자율항해시스템과 항로, 연료, 컨테이너 상황 등의 데이터 수집 솔루션 플랫폼 기술을 독자 개발하여 각각 SAS, S-VESSEL로 기술 명명
    - 자율운항 선박의 S-VESSEL 플랫폼을 통해 항로, 연료 등 각종 데이터를 수집하고, SAS가 해상 환경변화에 스스로 대응하는 방식으로 운행하는 구조
    - 삼성중공업의 1세대 원격자율운항 모형선인 EasyGo를 실증하여 시장 진출 가속화
  - 대우조선해양은 2019년 9월부터 현대상선과 협력해 자율운항선박 기술개발에 박차를 가하고 있으며, 최적 운항 경로를 제안해 운항 비용을 절감할 수 있는 ‘스마트 내비게이션’ 시스템도 개발하여 기술경쟁력에 우위를 차지하고 있음

**<표 2-93> 국내 해양무인이동체 제품**

구분	한화시스템	LIG넥스원	로보스텍	삼성중공업
제품	군집수색 무인잠수정	Sea Sword3	ROVO-3	EasyGo
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>한화시스템이 주축이 되어 산학연 컨소시엄 개발 중</li> <li>수중에서 군집운항을 통해 신속한 작전 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양 범용 작전용 수상무인이 동체</li> <li>인공지능 기반 자율항법/장애물 회피기술을 장착</li> <li>8명의 인원이 탑승 가능하며 4일간 항해 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제품은 최대 150m까지 최대 잠수가 가능</li> <li>수중 시설물 점검, 해저 케이블/파이프 라인 점검, 선박의 선체 검사 등에 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>목적지를 입력하면 최적운항 경로를 스스로 탐색해 항해하면서 주변 장애물까지 피하는 자율운항 가능</li> <li>원거리 제어</li> </ul>

\* 출처 : 각 회사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

## 【 시사점 : 핵심 원천기술 지원과 부품 국산화 필요 】

- (부품SW 중요성 부상) 글로벌 무인이동체 기업 간 경쟁이 가격 및 품질, 성능에서 더욱 치열해짐에 따라 경쟁력 있는 부품/SW 확보는 무인 이동체 기업 전략에 필수 요소로 부상하고 있음
  - 장시간 운용, 고정밀 운항, 임무고도화 등 무인이동체 플랫폼에 요구되는 성능이 향상되고 있으며, 이에 따라 주요 플랫폼 제조사는 기술개발에 집중
  - 한편, 부품/SW의 원활한 수급과 자사 제품과 호환성을 위해 부품/SW 기업과 적극적인 파트너십을 구축하고 있으며, 주요 기업들은 핵심기술을 가진 부품/SW 기업을 인수합병하고 있음
- (부품SW 기업 위상) 무인시스템, 항법센서, AI, 추진, 동력원 등 핵심 부품을 공급하는 기업의 위상이 강화되고 있으며, 기술개발을 선도하며 산업 내 영향력을 강화하고 있음
  - 무인이동체 플랫폼의 성능고도화 등 요구수준 향상에 따라 부품 공급사는 기술개발을 통해 부품 경량화, 소형화, 모듈화 등을 통해 대응 중
  - 부품기업의 기술역량 증가에 따라 부품기업은 플랫폼 제조사에 종속되지 않고 독자적인 경쟁력을 확보하고 있으며, 자체적인 R&D 생태계를 조성하는 경우도 있음
- (국내 부품현황) 반면 국내 무인이동체 제조사의 해외부품 및 SW 의존은 드론을 기준으로 평균 55%\* 수준으로 핵심부품의 해외 의존으로 경쟁력 약화
  - \* 항우연 드론 핵심부품 국내 활용현황 및 국산화 계획 보고서, 부품별 해외의존 수준은 16% ~ 95%로 부품별 상이
  - 항우연 조사에 의하면, 국내 대체가능 부품의 부재와 성능 대비 가격이 해외 부품의 주요 의존사유로 확인됨
  - 반면, 해외부품 의존이 서비스 부족, 수급 불안정, 배송지연 등 제조에 애로요인을 발생시키고 있어 핵심부품의 국산화가 필요한 상황
- (부품국산화 지원필요) 글로벌 무인이동체 산업에서 부품/SW 기업의 비중이 증가하고 있으며, 부품 모듈화, 독자설계능력 요구 등 부품기업 기술개발 필요성이 증대 중이며, 해외부품 의존을 최소화하여 국내 기업 경쟁력 확보를 위해 부품국산화를 위한 기술개발 지원이 필요

### 2.3. 시사점

#### ① 무인이동체 국내외 정책·법제 동향변화와 시사점

##### [동향변화]

- (해외) 주요국은 무인이동체 산업육성을 위해 **기술개발 정책을 수립하여 투자를 확대**\*하고 있으며, 법제도 정비·실증사업을 통해 **상용화 촉진**

\* (美) Unmanned Systems Integrated Roadmap을 수립('19)하였으며, '19년 75억 달러 투자로 '16년 대비 65% 증가

(EU) Strategic Research and Innovation Agenda : Digital European Sky을 수립하였으며('21), '20년 1억 3,500만 유로 투자로 '16년 대비 36% 증가

- 특히 민간시장 성숙에 앞서 **공공수요 창출**을 통해 국산화를 유도\*하고, 산업·기술 경쟁력을 제고함으로써 향후 시장선점을 준비
- \* (美) 국방물자 생산법 3호 프로그램을 통해 미국 무인항공기 제품 1,400만 달러 구매

- (국내) 부처별 협업을 통해 원천기술-부품개발-실증기 등 **전주기적 지원을 강화**\*하고 있으며, 실증 인프라 구축 및 규제개선을 통해 **상용화 지원**

\* (과기정통부) 원천기술, (국방부) 국방특화기술, (산업부) 실증기 개발, (국토부) 인프라 조성

- (정책확대) 무인이동체 기술로드맵 1.0 이후 무인이동체 관련 무인 이동체 기술개발, 인프라 조성, 상용화 관련 정책이 적극적으로 추진
- (전주기지원) 과기부 중심의 원천기술 개발, 산업부·국방부 중심의 응용기술, 국토부 인프라조성 등 원천기술-부품개발-실증기 등 전주기 지원 강화

##### (시사점)

- ⇒ 기술선점을 위한 원천기술 개발과 함께 향후 무인이동체 활용확대를 대비한 인프라·상용화·실증기 기술도 반영하여 기술로드맵 수립 필요
- ⇒ 민간시장이 성숙되기 이전 최대 수요처인 국방분야와 연계한 민군 겸용 핵심원천기술개발을 하는 등 기술개발과 산업성장 연계 필요

## ② 무인이동체 국내외 시장/산업 동향변화와 시사점

### [동향변화]

- (시장) 인공지능\*, 정밀항법 등 무인이동체 핵심기술의 발전을 통해 다양한 산업으로 활용범위가 확대됨에 따라 시장 성장을 촉진

\* 美 스카이디오社는 AI를 통해 사용자의 제어조종이 불필요한, 완전 자율비행 드론 개발

- (시장선점을 위한 차세대플랫폼) 성능의 차별화와 함께 시장이 크게 확대될 민수용 시장선점을 위해 주요 제조사는 차세대 유망플랫폼을 개발하고 있음
- (성능고도화를 위한 부품기술 중요성) 임무의 다양화·고도화에 따라 무인이동체에 요구되는 성능이 향상되고 이에 따라 부품기술의 중요성이 커지고 있음

- (산업) 무인이동체 임무 다양화 및 고도화 요구에 따라 핵심부품/SW의 성능이 플랫폼 경쟁력에 영향을 미치고 있어 부품기업 중요성 부상

- 플랫폼 제조사는 부품/SW 공급 생태계를 조성<sup>\*</sup>하며 경쟁력 강화, 부품/SW 공급社는 다양한 수요기업과 개방적 거래<sup>\*\*</sup>로 자생력 확립

\* (Parrot社, 佛) CDC社(배터리 고속충전), UgCS社(맵핑SW), Rapid Imaging社(AR), AirData UAV社(응용SW) 등과 맞춤형 부품/SW 공급계약을 체결, 플랫폼 성능 고도화와 응용기술 적용

\*\* (FLIR社, 美) 열화상 카메라 및 센서 설계·생산을 전문 기업으로 Parrot社, AUTEL社, intel社, DJI社 등 글로벌 제조사에 센서를 공급, 플랫폼 제조사 인수로 사업 확대 중

- 국내 플랫폼 제조사는 국내 부품의 애매한 기술 수준과 비싼 가격으로 인해 55%의 핵심부품을 해외제품에 의존

### (시사점)

- ⇒ 고도화된 원천기술에 기반한 차별화된 성능 등 경쟁력을 갖춘 핵심부품 개발을 통해 부품·플랫폼 산업의 동반 성장 지원 필요
- ⇒ 차세대 유망플랫폼에 대한 선제적 개발을 추진하여 미래시장 선점을 위한 기반 마련 필요

### III. 국내 기술 및 산업실태 진단

#### 3.1. 국가 기술수준 분석

##### 국가 기술수준 분석 개요

###### □ 국가기술 수준 분석 방법

- (기술수준) 무인이동체 산·학·연 전문가 대상으로 무인이동체 요소기술별 최고 선도국 대비 국내 기술의 수준을 설문조사
- (기술경쟁력) 무인이동체 산·학·연 전문가 대상으로 무인이동체 요소기술별 한국, 미국, 유럽, 중국, 일본 등 5개 국가의 기술경쟁력을 설문조사
- (특허경쟁력) 무인이동체 특허의 양적·질적 분석을 통해 국내 기술 경쟁력을 분석

<표 3-1> 특허분석 개요

구분	방법		
검색식 작성 및 데이터 확보	<ul style="list-style-type: none"><li>· 문헌분석 및 산·학·연 전문가에 추천받은 키워드를 바탕으로 검색식 작성 및 데이터 다운로드</li><li>* DB : WIPSON</li><li>기간 : `11.01.01 ~ `20.12.31</li><li>데이터 : 출원인, 발명의제목, 요약, 소속 등</li></ul>		
양적/질적 특허분석	<ul style="list-style-type: none"><li>· 특허 빈도 변화 및 지수확인(기술력, 시장확보, 인용도, 영향력 지수)</li><li>* (기술력 지수) 해당 국가 특허의 질적·양적 기술력 수준, (시장확보 지수) 패밀리 특허 건수를 활용한 시장확보력 수준, (인용도 지수) 핵심·원천특허 보유 수준, (영향력 지수) 기술적 활동 반영 지수</li></ul>		
공통검색식	<p>(drone or (autonomous near2 vehicle) or (manless near2 vehicle) or (uninhabit* near2 vehicle) or (autonomous near2 car) or (manless near2 car) or (unman* near2 vehicle) or (uninhabit* near2 car) or (unman* near2 aerial near2 vehicle) or (manless near2 aerial near2 vehicle) or (uninhabit* near2 aerial near2 vehicle) or (UAV not UAV?*) or (unman* near2 ground near2 vehicle) (manless near2 ground near2 vehicle) or (uninhabit* near2 ground near2 vehicle) or (UGV not UGV?*) or (unman* near2 surface near2 vehicle) (manless near2 surface near2 vehicle) or (uninhabit* near2 surface near2 vehicle) or (USV not USV?*) or (unman* near2 underwater near2 vehicle) or (manless near2 underwater near2 vehicle) or (uninhabit* near2 underwater near2 vehicle) (UUV not UUV?*) or copter or (quad near1 copter) or (multi near1 rotor) or (multi near1 copter))</p>		
기술별 검색식	탐지 및 인식	<p>공통검색식+ ((sense or sensing or sensor) or (perception or percept) or (EO not EO*) or (electro near2 optical) or (IR not IR*) or (infra red near2 sensor) or (navigation near2 sensor) or (GPS not GPS*) or (magnetic* near2 sensor) or (lidar not lidar*) or (radar not radar*) or (image near2 recogni*) or (3D near2 camera) or (stereo near2 camera) or (obstacle near2 detection) or (sensor near2 fusion) or (inertial near2 measurement near2 unit) or (integrated near2 navigation near2 system) or ((cool* or uncool*) near2 ir near2 (sensor or sensing or sensor)) or ((dead near2 reckoning) or (pdr not pdr*) or (pedestr* near2 dead near2 reckoning) or (Motion near2 capture)) or ((hyperspect* or multispect* or rang* or depth* or ultrasound or ultrasonic) near2 (sensor or sensing or sensor)) or (hyperspect or hyperspectral) or (multispect or multispectral) or (indoor near2 (navigat* or posit*)) or (structur* near2 light) or (sar not sar*) or (saa not saa*) or (synthetic near2 apertur* near2 radar) or (see and avoid) or ((sensor or sensing or sensor) and</p>	

## 국가 기술수준 분석 개요

구분	방법
	avoid) or (gnss not gnss*) or (sbas not sbas*) or (gbas not gbas*) or ((uwb or fmcw) near2 radar) or (solid-state near2 scan*) or gyroscope or accelerometer or odometry or rgb-d) or (Visual near2 odometry)
자율지능	공통검색식+ ((control or ((autonomous near2 driv*) or (Autonomous near1 flight)) or (navigat* or (Autonomous near1 navigation)) or ((sense or sensing or sensor) near2 avoid*) or (mission near2 control) or (mission near2 optimiz*) or (digital near2 map) or (SLAM not SLAM*) or (simultaneous near2 localization near2 autonomous near2 mapping) or (collision near2 avoid*) or (artificial near2 intelligence) or (machin* near1 learning) or (autonomous near2 system) or (swam near2 intelligence) or (swarm near2 intelligenc*) or (((supervis* or reinforc*) near2 learning) or (Unsupervised near2 learning))) or (pattern near2 recogni*) or (artificial near2 intelligence) or (artificial near2 neural network) or (neural near2 network)) or (Swarming near2 flight) or (path planning not path planning*) or ((trajectory near1 optimization) or (Path near1 optimization)) or (Deep near1 Learning) or ((Task near1 assignment) or (Task near1 allocation)) or (Health near1 monitoring) or (Fault near1 detection) or (Fault near1 diagnosis)))
동력원 및 이동	공통검색식+ (((manipulat*) or (lithium near3 battery) or (Li not Li*) near3 battery) or ((lithium near3 battery) or (Li not Li*) near3 battery) or (lithium near3 air near3 battery) or (fuel near3 cell) or (solar near2 cell) or (solid-state near2 battery)) or ((hybrid near3 engine) or (3d near2 print* near2 engine)) or ((moving near2 mechani*) or (gimbal)) or ((power near2 manage*) or (battery near2 manage*) or (bms not bms*)) or propeller or wheel or ((leg not leg*) or (arm not arm*) or (artificial near2 muscle)) or morph* or launch or (actuator not actuator*) or (capacitor not capacitor*) or ((dep not dep*) or (distribut* near2 electric* near2 propulsion) or (electric* near2 propulsion)) or ((Battery near2 Powered near1 Propulsion) or (Hybrid near2 Electric near1 Propulsion) or (Engine near1 Hybrid near2 Electric near1 Propulsion) or (Fuel near1 cell near1 hybrid near2 Electric near1 Propulsion)) or (Propulsion near1 Control) or (Energy near1 Management near1 Unit) or (DC near1 DC near1 Converter) or ((Digital near1 ESC or Electric near1 Speed near1 Controller)) or ((High near1 power near1 Propeller near1 Mtor or Multi near1 phase near1 Electric near1 Mtor)) or ((Electric near1 Drive near1 Unit) or (Electric near1 Drive near1 HILS)) or ((Hadware near1 in near1 the near1 Loop near1 Test) or (Hadware near1 in near1 the near1 Loop near1 Simulation)) or (Energy near1 Management near1 Technology near1 for near1 a near1 Vehicle) or (Ducted near1 fan) or (cyclorotor) or (motor) or (biomimic) or (bipedal) or (Energy near1 harvesting))
통신 및 네트워크	공통검색식+ ((communicat* or (wide near2 band) or (LTE not LTE*) or (long near2 term near2 evolution) or (5G not 5G*) or ((modem) or (Underwater modem not underwater modem*)) or optic* or beacon or (V2V not V2V*) or (VtoV or VtoV*) or (V near2 2 near2 V) or (vehicl* near2 2 near2 vehicl*) or secur* or (FANET not FANET*) or (fly* near2 (ad-hoc or ad hoc or adhoc) near2 (network or nw or n/w) or bluetooth or ((SIM not SIM*) or (subscrib* near2 identi* near2 module) or (authentication or authenticity or authentification or authentic) or (indentification not indentification*)) or security or (network or n/w or nw) or (quantum near2 communicat*) or ((wifi or WIFI or wi-fi or wi fi) not wifi*) or (zigbee not zigbee*) or internet) or ((UAS and Traffic and Management) or (UTM not UTM*) or (Drone and Traffic and Management)) AND (Jamming not Jamming*) or (Anti-Jamming not Anti-Jamming*) or (code not code*) or (LoRa not LoRa*) or (VLF not VLF*) or (ELF not ELF*) or (Blue laser not Blue laser*))
시스템 통합	공통검색식+ (((hw or h/w or hardware) near2 architecture) or ((sw or s/w or software) near2 architecture) or (drone near2 os) or (drone near2 operating system) or modularity or interoperability or (3d near2 printing) or frame or actuator or configuration or (neuromorphic near2 chip) or (security near2 os) or (middle near1 ware) or firmware or (SDK not SDK*) or (software near2 develop* near2 kit) or (engineering near2 simulat*) or design or (virtual near2 test) or (flight near2 test) or (field near2 test) or (system near2 engineer*) or (multi-function near2 struct*) or (morph near2 struct*) or (struct* near2 health near2 monitor*) or (Topology near2 optimization) or (self near2 heal* near2 struct*))
HMI	공통검색식+ ((GCS not GCS*) or (ground near2 control* near2 station) or (human near2 controller) or (person* near2 controller) or (VR not VR*) or (AR not AR*) or (virtual near1 reality) or (hand near2 gesture near2 recogni*) or (voice near2 recogni*) or (speech near2 recogni*) or (FPV not FPV*) or (first near2 person near2 view) or (drone near2 (racing or race)) or (man near2 machin* near2 interface) or (HMI not HMI*) or (human near2 (machin* or robot or comput*) near2 (interface or interaction)) or (human near2 machin* near2 communicat*) or (haptic* near2 device) or ((haptic* near2 apparatus) or (force near2 feedback)) or (semantic* near2 gap) or (motion near2 track*) or (cellular near2 phone) or notebook or Laptop or (smart near2 phone) or notepad or (mobile near2 device) or (remote* near2 control*) or (natural near3 user near3 interfaci*) or (natural near3 language near3 process*) or (brain near3 (comput* or machin*) near3 interfaci*) or (nui not nui*) or (bci not bci*) or (bmi not bmi*))
안티드론	공통검색식+ ("National near 2 Infrastructure") or (Net near1 Gun) or (Data near1 Paket) or ("Drone cop") or (Live near1 Forensic) or ("Reverse Engineering") or ("Integrity") or ("Identification") or ("Algorithm") or ("Encryption") or ("Cognitive") or ("Public Safety LTE") or ("Vulnerability") or ("Chip Off") or ("Cloud") or ("File Carving") or ("ISM Band") or ("GPS"))
관제	공통검색식+ (("Remote ID") or ((GCS") or ("Ground Control System")) or (Flight near2 Plan*) or (UAS near1 Airspace) or ("Vertiport") or ("Surveillance Data") or ("Surveillance Information") or (Conflict near1 Resol*) or ((Conflict Management") or ("Strategic Conflict Management") or ("Tactical Conflict Management") or ("In-flight Conflict Management")) or ((Traffic Management") or (UTM not UTM*) or ("UAS Traffic Management")) or (Collision near1 Avoid*) or (Flight near1 Safe*) or (Safety near1 Assess*) or ((Navigation Performance Monitoring") or ("Communication Performance Monitoring")) or ("Multi Surveillance Data Processing"))

## 국가 기술수준 분석 개요

구분	방법
서비스 인프라	공통검색식+ ((("Service Infra") or ((("Drone Platform") or ("AI Platform") or ("Data Platform") or ("Streaming Platform") or ("Intelligent Platform") or ("Integration Platform") or ("Embedded Platform")) or ((("DaaS") or ("Drone as a Service")) or ("Interface") or ((API not API*) or ("Application Programming Interface")) or ((("Extensibility") or ("Scalability")) or ("Compatibility") or ((("Edge AI ") or ("On-Device AI")) or ("Edge Computing") or ("Mission Equipment") or ((("Mission Computer") or ("Companion Computer")) or ("Autonomous flight") or ("drone sensor") or ("sensor data") or ((("Data Streaming") or ("Live Streaming") or ("video Streaming")) or ((ATM not AIM*) or ("Air Traffic Management")) or ((UTM not UTM*) or ("Unmanned Aircraft System Traffic Management")) or ("Intelligent Traffic Control") or ("SaaS") or ("Embedded OS") or ((SDK not SDK*) or ("Software Development Kit")) or ("Middle Ware") or ("Process Management") or ("Service Mesh") or ("Application") or ("App Store") or ("Real Time") or ("Reliability") or ("Workspace") or ("Media") or ("Cloud") or (Mission nearl Plan*) or ("Real-time drone data communicaiton"))

### 3.1.1. 공통원천기술 기술수준

#### 탐지 및 인식

기술 정의	센서를 통해 외부환경의 다양한 데이터를 획득·분석하는 분야로, 무인이동체 자체 위치와 자세를 추정하는 ① '항행센서 기술', 주변 사물의 위치 등 외부환경을 인식하기 위한 ② '탐지 및 회피 기술', 임무를 수행하기 위한 ③ '임무장비센서 기술'로 구분
----------	---

#### 주요 현황

□ (연구동향) 항법 및 항행에서는 영상/라이다 센서기반 측위기술 연구가 진행 중이며, 탐지 및 회피 기술에서는 비협력형 탐지 및 회피기술 기술, 임무 장비 센서에서는 임무 장비 성능 향상기술 연구가 진행 중에 있음

○ SLAM기술 고도화로 실내외 정밀 항법 연구 진행 중

\* Intel사의 Realsense T265 센서는 스테레오 이미지와 관성항법장치 정보를 결합하며 동시에 V-SLAM 기능을 포함하고 있어 루프 클로징이 가능함

○ 센서의 인식 오차 최소화

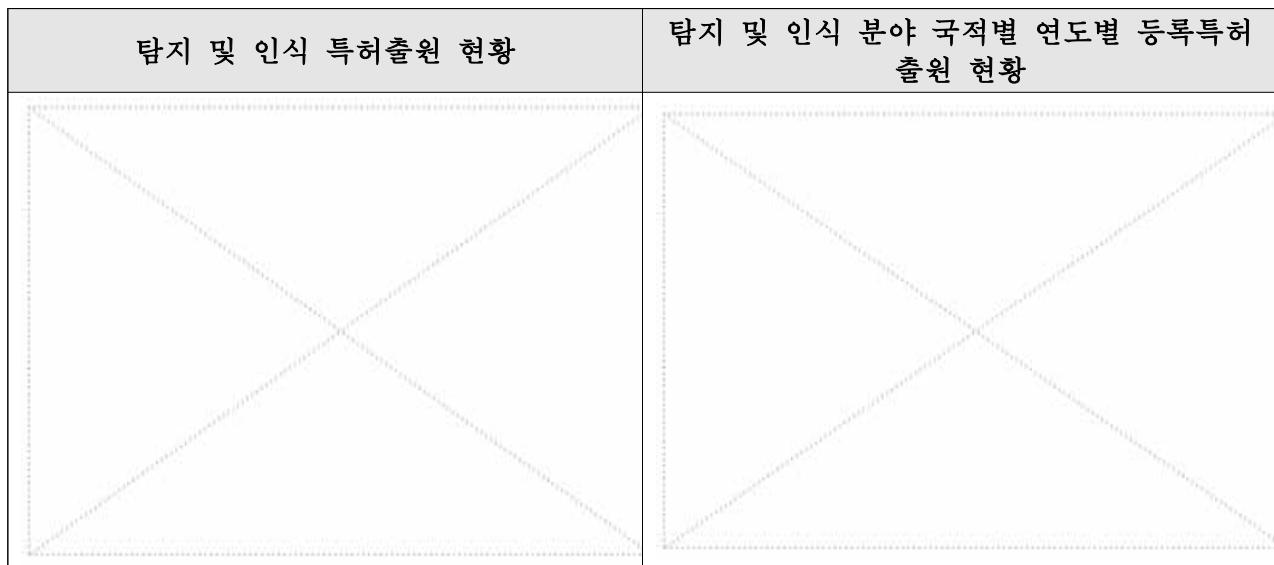
– 레이다 기술과 관련하여 자동차의 ADAS 분야에서 활발히 연구 중

○ 소형화·경량화 기술 개발

– CCD/CIS 및 IR 영상센서의 기술발전에 따라 소형화 및 저전력화 되고 있음

- 한국은 출연연·전문연과 대학을 중심으로 위성항법 성능개선 및 영상/라이다 센서기반 측위기술 연구가 활발히 진행 중이며, 탐지 회피용 융복합센서 기술도 일부 착수
- 최근 특허출원이 급증하고 있으며, 2007~2016년 813건에서 2011~2020년 15,009건으로 약 18.5배 대폭 증가
- 등록 특허의 경우, 2011년 이후 4,252건이 등록 되었으며, 주요 출원인으로 Amazon, DJI, GM, Zoox, Uber 社 등이 있음

<표 3-2> 탐지 및 인식 분야 특허출원 현황

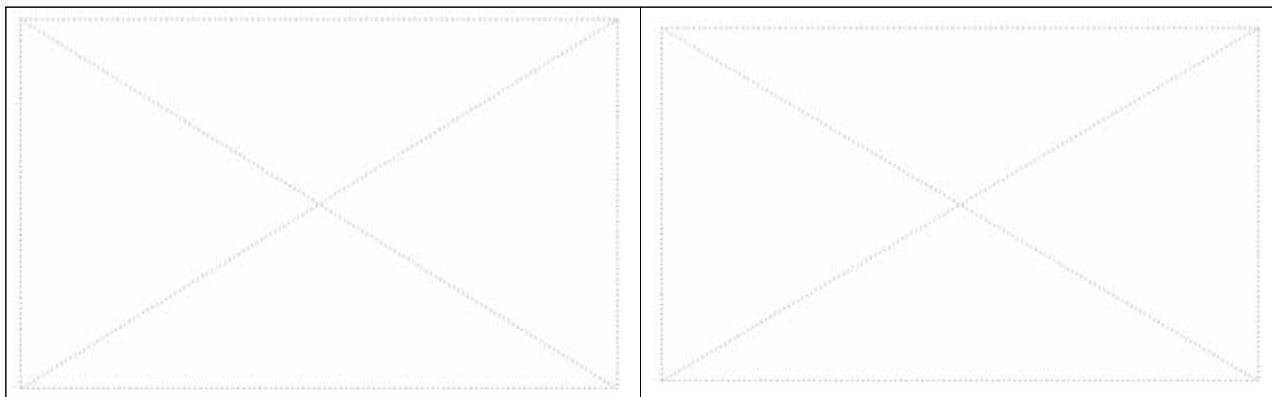


기술수준 분석

- (기술수준) 탐지 및 인식 기술의 기술 수준은 해외 선진국 대비 72.5% 수준으로 전체 기술 수준을 5단계(기반없음-학습-추격-선두-선도)로 구분할 경우 국내 기술 역량은 선도 기술을 추격중인 상태

- 전문가 설문조사 결과, 평균적으로 국내기술수준은 선도국(미국) 대비 약 4년 내외의 기술 격차가 있다고 조사되었으며, 유럽, 일본 및 중국과는 중국 2.2년, 유럽 1.8년, 일본 0.8년 미만의 기술 격차가 있는 것으로 조사됨
  - 최고기술국(미국)대비 기술수준이 전체적으로 평균 10% 상승하였

[그림 3-1] 탐지 및 인식 분야 기술수준

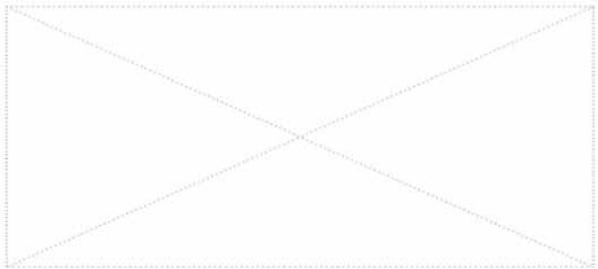
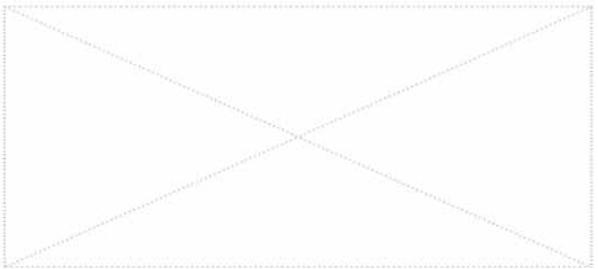


- (기술 경쟁력) 기술력 지수 및 기술 질적인 수준 미국이 주도하고 있으며, 기술 경쟁력 판단지수 중 시장확보지수의 경우 유럽연합, 영국이 선도국의 지위를 확보하고 있는 상황으로 우리나라는 기술 질적 판단 지수에서 최선도국 대비 낮은 수준
  - 특히, 기술 경쟁력 판단 지수 중 기술력 지수에서 최선도국 대비 0.6% 수준으로 다른 지수 대비 현저하게 낮은 것으로 조사
    - \* (기술 경쟁력 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 기술력 지수 : 0.6%, 시장확보 지수 : 27%
    - \* (기술 질적 수준 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 특허인용도 지수 : 3%, 특허영향지수 : 3%
    - \* 시장확보지수는 가장 높은 유럽연합을 기준으로 계산
      - 1.0 대비 우리나라 국가별 기술경쟁력의 경우 특허 인용도지수, 특허 영향지수는 줄어들었으나 기술력 지수 및 시장확보지수가 상승하였으며, 주요국가의 경우 유럽을 중심으로 발전되고 있음

<표 3-3> 탐지 및 인식분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
미국	4215.78	1.46	16.39	3.23
독일	14.20	1.60	3.60	0.71
영국	12.62	2.09	2.56	0.50
유럽연합	25.05	2.60	1.09	0.22
중국	414.79	0.65	0.75	0.15

	
기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수
	
특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수

## 자율지능

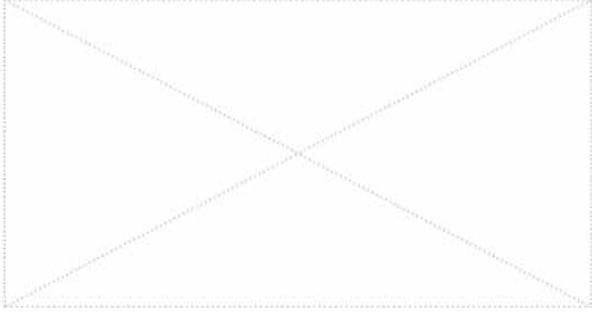
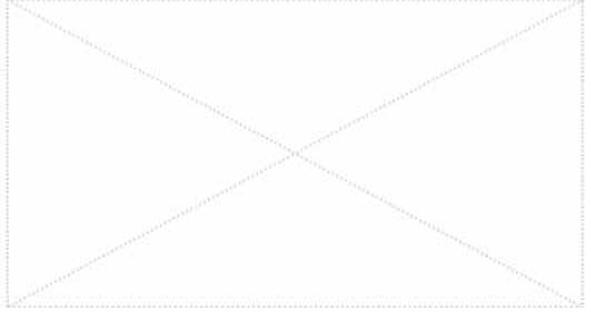
### 기술 정의

무인이동체가 상황을 인지하고 판단하여 사람의 간섭이나 감독 없이 스스로 결정을 내리고, 학습을 통해 기능을 최적화 혹은 고도화하는 기술

### 주요 현황

- (연구동향) 상황인식 기술에서는 딥러닝을 활용한 인지 연구가 활발하게 이뤄지고 있으며 특히, 객체검출, 음성인식의 성공률이 크게 향상되어 상용화 단계에 있으며, 자가 건전성 관리 기술에서는 소프트웨어의 건전성 분석에 대한 연구가 활발히 진행중에 있음
  - 딥러닝을 활용한 인지 연구 진행 중
    - \* Google社, Tesla社 등은 자율주행차에 딥러닝을 적용하여 자율주행차 스스로 상황을 분류하고 제어하는 연구를 진행 중임
      - 인식 기술의 향상을 활용한 무인기의 영상정보 기반 충돌 회피가 활발히 연구 중임
      - 레이다 기술과 관련하여 자동차의 ADAS 분야에서 활발히 연구 중
  - 소프트웨어 건전성 분석에 대한 연구가 국내외 활발하게 진행 중
    - \* Microsoft社 : 코드 구성요소 오류 가능성 예측을 위해 CRANE 시스템을 개발
    - \* Google社 : 버그 수정정보를 활용하여 문제를 일으킬 소지가 있는 코드 영역을 표시하는 기술 개발
  - 한국은 출연연·전문연과 대학을 중심으로 상황 인지 기술연구가 활발히 진행 중이며, 건전성 진단 기술도 일부 착수
  - 최근 특히 출원이 급증하고 있으며 2007~2016년 2,373건에서 2011~2020년 55,288건으로 약 23.3배 대폭 증가
  - 등록특허의 경우, 2011년 이후 13,075건이 등록 되었으며, 주요 출원인으로 Amazon, IBM, Boeing, Google, Waymo 社 등이 있음

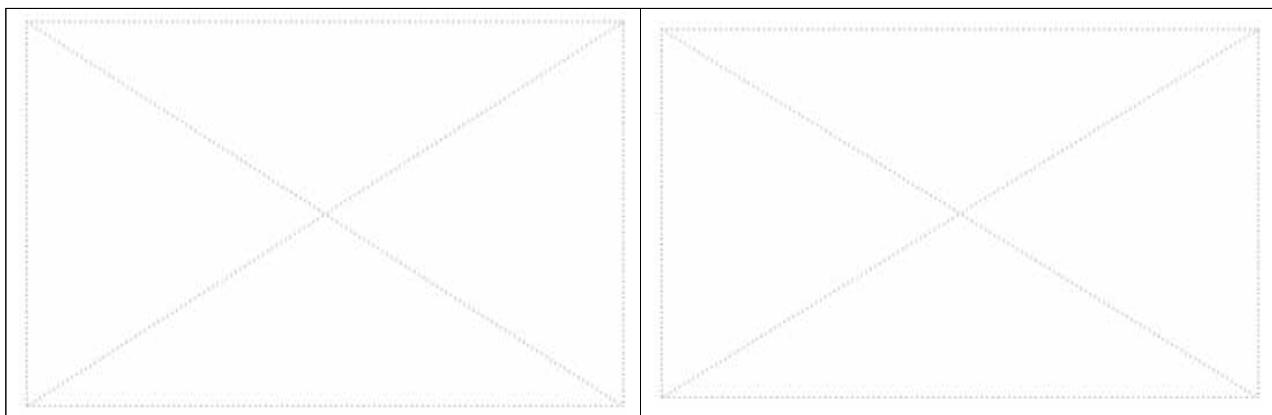
<표 3-4> 자율지능 분야 특허출원 현황

자율지능 특허출원 현황	자율지능 분야 국적별 연도별 등록특허 출원 현황
	

기술수준 분석

- (기술수준) 자율지능 기술의 기술 수준은 해외 선진국 대비 80~83% 수준으로 전체 기술 수준을 5단계(기반없음-학습-추격-선두-선도)로 구분할 경우 국내 기술 역량은 선도 기술을 추격중인 상태
  - 전문가 설문조사 결과, 평균적으로 국내기술수준은 선도국(미국) 대비 약 3.2~4.8년 내외의 기술격차가 있다고 조사되었으며, 유럽, 일본 및 중국과는 중국1.6년, 유럽 0.1년, 일본 -0.5년 미만의 기술 격차가 있는 것으로 조사됨
    - 최고기술국 (미국) 대비 기술수준이 전체적으로 평균 20% 상승하였음

[그림 3-2] 자율지능 분야 기술수준





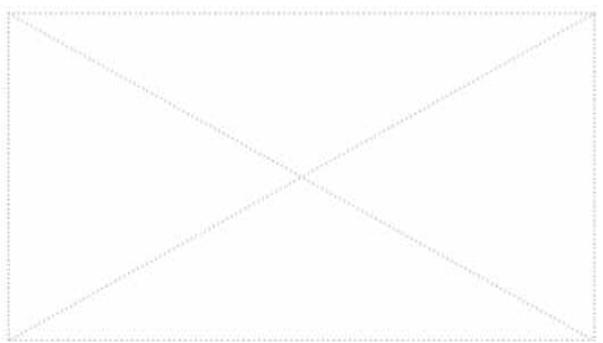
- (기술 경쟁력) 기술력 지수 및 기술 질적인 수준 미국이 주도하고 있으며, 기술 경쟁력 판단지수 중 시장확보지수의 경우 유럽연합, 영국이 선도국의 지위를 확보하고 있는 상황으로 우리나라는 기술 질적 판단 지수에서 최선도국 대비 낮은 수준
- 특히, 기술 경쟁력 판단 지수 중 기술력 지수에서 최선도국 대비 3% 수준으로 다른 지수 대비 현저하게 낮은 것으로 조사
  - \* (기술 경쟁력 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 기술력 지수 : 3%, 시장확보 지수 : 37%
  - \* (기술 질적 수준 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 특허인용도 지수 : 12%, 특허영향지수 : 12%
  - \* 시장확보지수는 가장 높은 유럽연합을 기준으로 계산
- 1.0 대비 우리나라 국가별 기술경쟁력의 경우 시장확보지수, 특허 인용도지수, 기술력지수, 특허 영향지수 등 전체적으로 상승하였으며, 주요국가의 경우 한국을 중심으로 발전되고 있음

<표 3-5> 자율지능 분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황

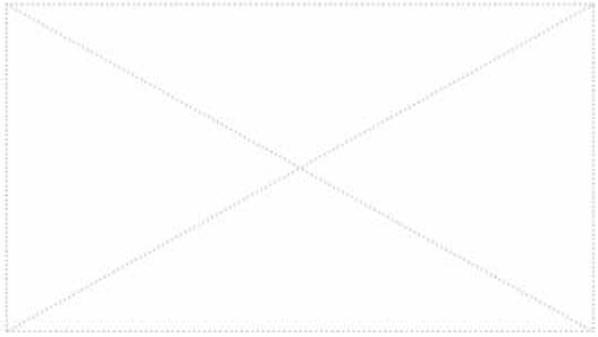
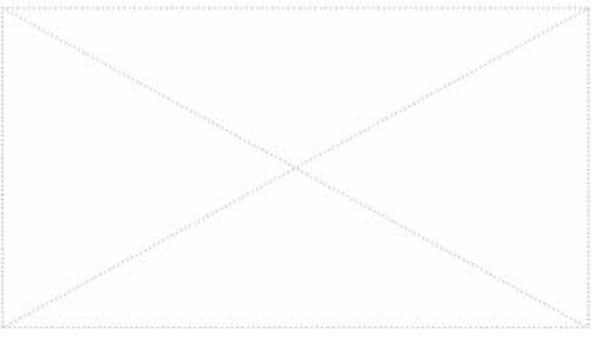
국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
미국	14707.71	1.52	20.68	3.89
한국	380.83	0.97	2.57	0.48
독일	40.23	1.61	2.40	0.45
유럽연합	156.02	2.60	1.97	0.37
영국	21.99	1.96	1.44	0.27



기술력(TS) 지수



시장확보(PFS) 지수

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
				
	특허 인용도(CPP) 지수		특허영향(PII) 지수	

## 동력원 및 이동

### 기술 정의

무인이동체가 움직이고 임무를 수행하기 위한 기본적인 기술로 동력원, 동력장치, 구동장치 및 작업장치 관련 기술

### 주요 현황

- (연구동향) 동력시스템 구성에서는 하이브리드 동력원 기술 연구가 진행 중이며, 작업장치 기술에서는 특수 작업용 장치 모듈 기술 연구가 진행 중에 있음
  - 다양한 조합의 하이브리드 동력원에 대한 연구가 진행 중임
    - 전기 추진을 위한 엔진+발전기+배터리 조합의 동력원에 대한 연구는 많이 수행되고 있음
  - \* 미국 LaunchPoint Technologies社는 소형 무인기용 6㎾급 발전기 일체형 왕복 엔진을 개발하고 있으며, Axial Flux 방식의 경량 발전기 기술을 적용하여 효율을 높이고 있음
- 무인이동체가 주위 물체와 물리적인 상호작용을 통해 임무를 수행할 수 있도록 하는 기술로 다양한 방식의 작업장치가 개발되고 있음
  - 움직임을 모사한 것으로, 큐드로터에 포획장치를 탑재하여 활강 하며 목표물 포획
  - \* 펜실베니아 대학 : 독수리가 먹이를 낚아채는 무인이동체가 주위 물체와 물리적인 상호작용을 통해 임무를 수행할 수 있도록 하는 기술로 다양한 방식의 작업장치가 개발되고 있음
- 한국은 출연연·전문연과 대학을 중심으로 연료전지 하이브리드 무인이동체를 연구개발하고 있음
- 최근 특허출원이 급증하고 있으며, 2007~2016년 642건에서 25,095건으로 약 39배 증가
- 등록특허의 경우, 2011년 이후 4,966건이 등록 되었으며, 주요 출원인으로 Amazon, Toyota, DJI, Boeing, Hood Technology 社 등이 있음

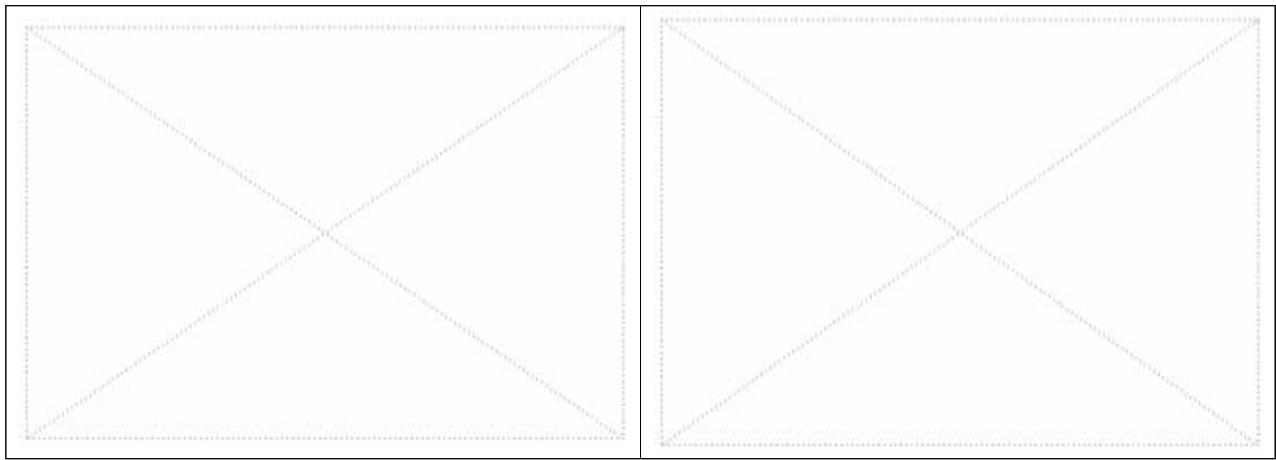
<표 3-6> 동력원 및 이동 분야 특허출원 현황

동력원 및 이동 특허출원 현황	동력원 및 이동 분야 국적별 연도별 등록특허 출원 현황

**기술수준 분석**

- (기술수준) 동력원 및 이동 분야의 기술 수준은 해외 선진국 대비 83.4% 수준으로 전체 기술수준을 5단계(기반없음-학습-추격-선두-선도)로 구분할 경우 국내 기술 역량은 선도 기술을 추격중인 상태
- 전문가 설문조사 결과, 평균적으로 국내기술수준은 선도국(미국) 대비 약 3년内外의 기술격차가 있다고 조사되었으며, 유럽, 일본 및 중국과는 중국0.7년, 유럽 -1.2년, 일본 -0.008년 미만의 기술 격차가 있는 것으로 조사됨
  - 최고기술국 (미국) 대비 기술수준이 전체적으로 평균 14% 상승하였음

[그림 3-3] 동력원 및 이동 분야 기술수준



- (기술 경쟁력) 기술력 지수 및 기술 질적인 수준 미국이 주도하고 있으며, 기술 경쟁력 판단지수 중 시장확보지수의 경우 유럽연합이 선도국의 지위를 확보하고 있는 상황으로 우리나라 기술 질적 판단 지수에서 최선도국 대비 낮은 수준
- 특히, 기술 경쟁력 판단 지수 중 기술력 지수에서 최선도국 대비 2% 수준으로 다른 지수 대비 현저하게 낮은 것으로 조사
  - \* (기술 경쟁력 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 기술력 지수 : 2%, 시장확보 지수 : 36%
  - \* (기술 질적 수준 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 특허인용도 지수 : 8%, 특허영향지수 : 8%
  - \* 시장확보지수는 가장 높은 유럽연합을 기준으로 계산
- 1.0 대비 우리나라 국가별 기술경쟁력의 경우 시장확보지수, 특허 인용도지수, 기술력지수, 특허 영향지수 등 전체적으로 상승하였으며, 주요국가의 경우 유럽을 중심으로 발전되고 있음

<표 3-7> 동력원 및 이동 분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
미국	7901.30	1.85	16.78	7.30
독일	75.22	1.97	4.12	1.79
유럽연합	166.09	3.24	2.32	1.01
영국	30.00	2.27	2.23	0.97
한국	126.09	1.18	1.39	0.60

기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수

특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수

## 통신 및 네트워크

### 기술 정의

통신 기술이란 무인이동체의 안전하고 효율적인 임무 수행을 위해 무인이동체와 지상통제시스템, 무인이동체와 통신 인프라, 무인이동체 간 정보 교환을 수행하는 기술

### 주요 현황

- (연구동향) 통신미디어에서는 전파통신 기술 연구가 진행 중이며, 통신 기술에서는 재밍, 스푸핑 방지 기술 연구가 진행 중에 있음
  - 점대점 방식의 육상 무인이동체 제어용 통신기술 개발 중
    - \* 미국항공우주국은 Collins Aerospace社와 공동연구를 통해 주·보조 통신링크를 갖는 무인이동체 제어용 통신 기술을 개발 중임
  - 무인이동체 공격에 대비한 항스푸핑 등 다양한 앤티드론 기술 개발되고 있음
    - \* 미국 육군은 모든 지휘관들이 무인항공시스템(UAS, Unmanned Aerial System) 위협에 대응하기 위해 임무명령, 탐지, 식별 및 방어를 위한 각각의 기술들을 활용, 전략 및 전술상의 모든 기능을 통합한 Counter-UAS 전략 프레임워크 개발을 진행 중임
  - 최근 특허출원이 급증하고 있으며, 2007~2016년 1,114건에서 26,306건으로 약 24배 대폭 증가
  - 등록특허의 경우, 2011년 이후 7,179건이 등록 되었으며, 주요 출원인으로 Amazon, Boeing, VENIAM, IBM, DJI 社 등이 있음

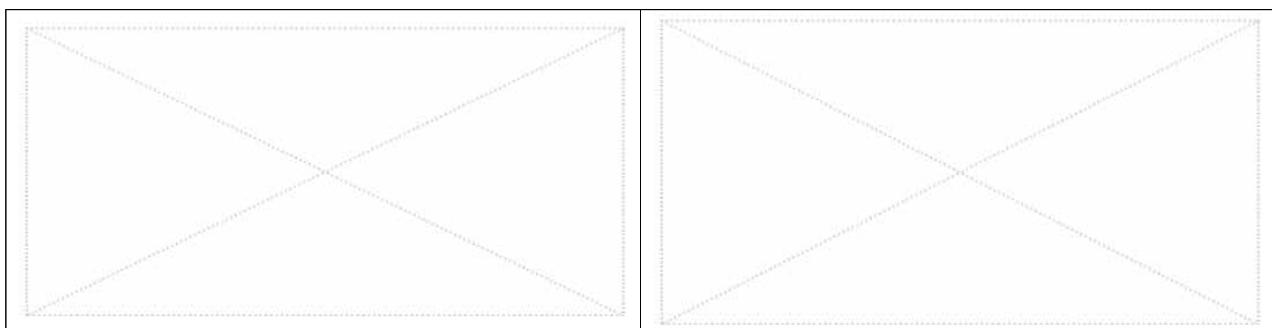
<표 3-8> 통신 및 네트워크 분야 특허출원 현황

통신 및 네트워크 특허출원 현황	통신 및 네트워크 분야 국적별 연도별 등록특허 출원 현황

## 기술수준 분석

- (기술수준) 통신 및 네트워크 분야의 기술 수준은 해외 선진국 대비 80% 내외 수준으로 전체 기술수준을 5단계(기반없음-학습-추격-선두-선도)로 구분할 경우 국내 기술 역량은 선도 기술을 추격 중인 상태
  - 전문가 설문조사 결과, 평균적으로 국내기술수준은 선도국(미국) 대비 약 2.8년 내외의 기술격차가 있다고 조사되었으며, 유럽, 일본 및 중국과는 중국0.8년, 유럽 0.3년, 일본 0.1년 미만의 기술 격차가 있는 것으로 조사됨
    - 최고기술국 (미국) 대비 기술수준이 전체적으로 평균 18% 상승하였음

[그림 3-4] 통신 및 네트워크 분야 기술수준



- (기술 경쟁력) 기술력 지수 및 기술 질적인 수준 미국이 주도하고 있으며, 기술 경쟁력 판단지수 중 시장확보지수의 경우 유럽연합이 선도국의 지위를 확보하고 있는 상황으로 우리나라라는 기술 질적 판단 지수에서 최선도국 대비 낮은 수준
  - 특히, 기술 경쟁력 판단 지수 중 기술력 지수에서 최선도국 대비 2% 수준으로 다른 지수 대비 현저하게 낮은 것으로 조사
    - \* (기술 경쟁력 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 기술력 지수 : 2%, 시장확보 지수 : 30%
    - \*\* (기술 질적 수준 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 특허인용도 지수 : 6%, 특허영향지수 : 6%

\*\*\* (시장확보지수는 가장 높은 유럽연합을 기준으로 계산)

- 1.0 대비 우리나라 국가별 기술경쟁력의 경우 시장확보지수, 특히 인용도지수, 기술력지수, 특히 영향지수 등 전체적으로 상승하였으며, 주요국가의 경우 중국을 중심으로 발전되고 있음

<표 3-9> 통신 및 네트워크 분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
미국	6180.33	1.33	20.97	4.30
독일	15.16	1.54	2.55	0.52
유럽연합	234.22	2.44	1.72	0.35
한국	94.67	0.72	1.27	0.26
중국	1226.02	0.58	1.24	0.25



## 시스템 통합

### 기술 정의

- ① 무인이동체 개발을 위한 시스템 엔지니어링 기법, 설계/해석/시험 평가 기술
- ② 무인이동체 소프트웨어 플랫폼 및 응용소프트웨어 개발 지원 기술
- ③ 무인이동체 구조에 적용되는 다기능 구조, 신개념 재료/구조, 구조건전성 진단, 맞춤형 제작기술

### 주요 현황

□ (연구동향) 무인이동체 설계, 해석, 시뮬레이션에서는 아키텍쳐 개발 기법 연구가 진행 중이며, 무인이동체 소프트웨어 플랫폼 기술에서는 실시간 OS 기술을 개발하고 있으며, 맞춤형 제작 기술에서는 3D 프린팅 기술에 활용할 수 있는 소재 개발을 진행하고 있음

- 임무 기반의 요구조건 분석을 통해 도출된 공학적 특성들을 산출 할 수 있는 시스템 개발 및 개념설계 진행
  - 전통적인 플랫폼 중심의 설계에서 벗어나 능력기반 (Capability-based)의 아키텍쳐 개발 기법들이 제시됨

- QPlus-AIR, RTWORKS 등 무인이동체 제어를 위한 실시간 OS 기술 개발진 행

\* RTWORKS : 한국전자통신연구원의 Qplus-AIR와 국방과학연구소의 보안 RTOS를 기반으로 한 ARINC-653과 미국 NIAP의 SKPP(Separation Kernel Protection Profile)을 지원하는 (주)알티스트의 고신뢰 보안 실시간 운영체제

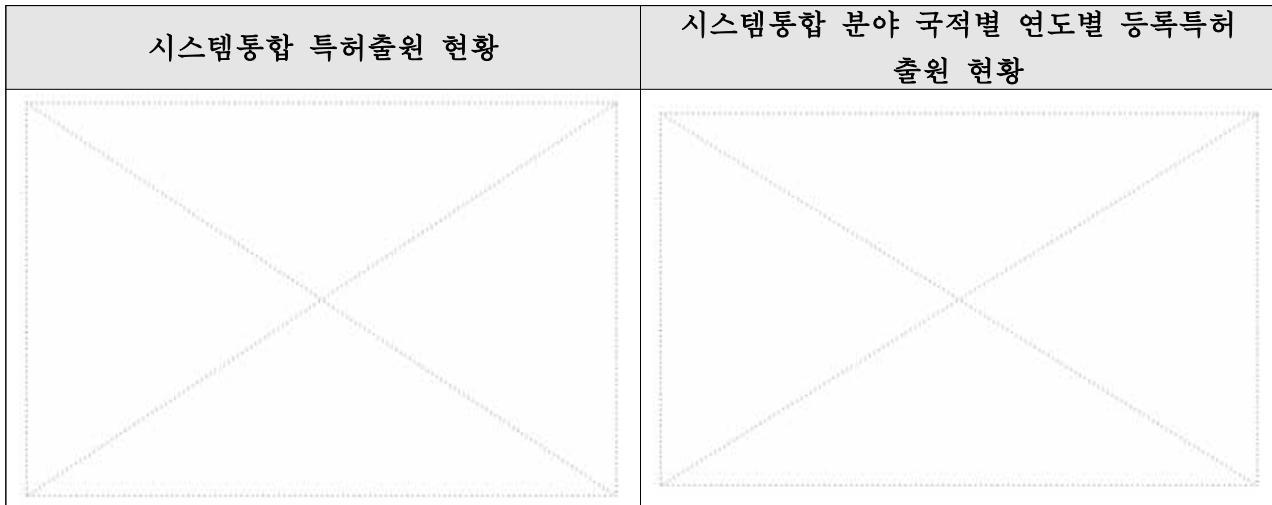
- 맞춤형 제작기술 3D프린팅 기술에 활용할 수 있는 플라스틱, 금 속, 복합재 등 소재를 개발 및 기술개발 진행

- 한국은 국내외 소프트웨어 개발 기업과 연구단체를 중심으로 무인이동체 제어를 위한 실시간 OS 기술을 연구 및 개발하고 있음

- 최근 특허출원이 급증하고 있으며, 2007~2016년 1,400건에서 2011~2020년 64,870건으로 약 46배 대폭 증가

- 등록특허의 경우, 2011년 이후 20,000건이 등록 되었으며, 주요 출원인으로 Amazon, IBM, DJI, Boeing, Uber 社 등이 있음

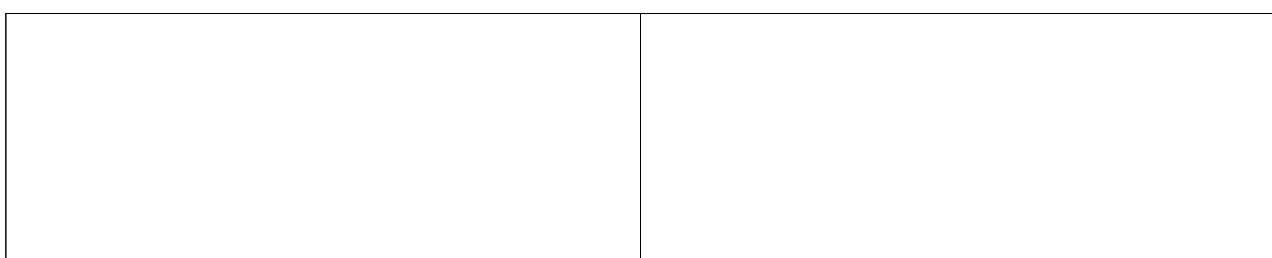
<표 3-10> 시스템 통합 분야 특허출원 현황

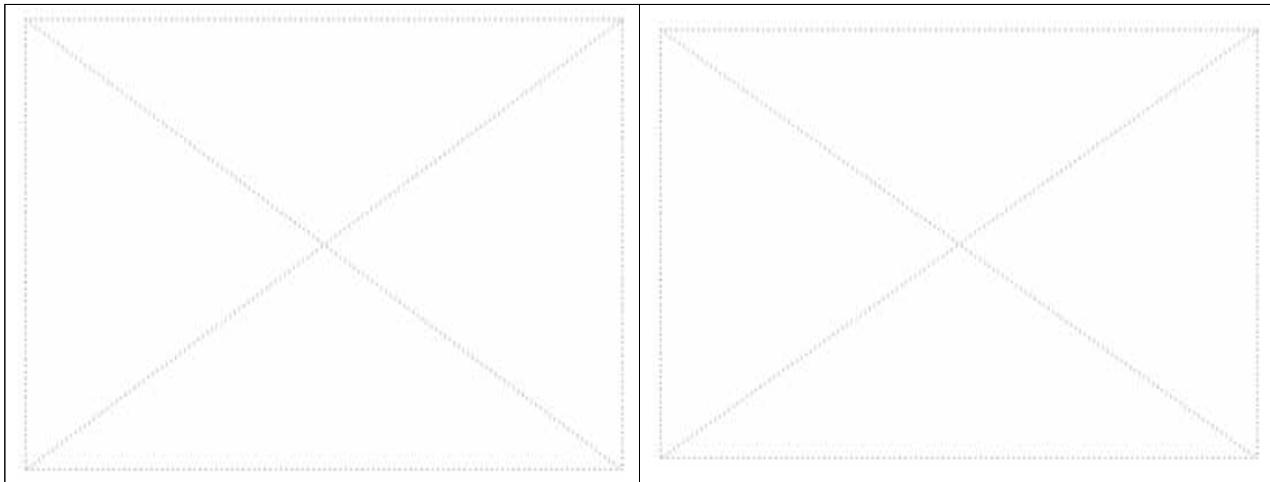


#### 기술수준 분석

- (기술수준) 시스템통합 분야의 기술 수준은 해외 선진국 대비 77.9% 수준으로 전체 기술수준을 5단계(기반없음-학습-추격-선두-선도)로 구분할 경우 국내 기술 역량은 선도 기술을 추격중인 상태
- 전문가 설문조사 결과, 평균적으로 국내기술수준은 선도국(미국) 대비 약 3.2~4.8년内外의 기술격차가 있다고 조사되었으며, 유럽, 일본 및 중국과는 중국1.6년, 유럽 0.1년, 일본 -0.5년 미만의 기술 격차가 있는 것으로 조사됨
  - 최고기술국 (미국) 대비 기술수준이 전체적으로 평균 19.1% 상승하였음

[그림 3-5] 시스템통합 분야 기술수준





□ (기술 경쟁력) 기술력 지수 및 기술 질적인 수준 미국이 주도하고 있으며, 기술 경쟁력 판단지수 중 시장확보지수의 경우 유럽연합, 영국이 선도국의 지위를 확보하고 있는 상황으로 우리나라는 기술 질적 판단 지수에서 최선도국 대비 낮은 수준

- 특히, 기술 경쟁력 판단 지수 중 기술력 지수에서 최선도국 대비 3% 수준으로 다른 지수 대비 현저하게 낮은 것으로 조사

\* (기술 경쟁력 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 기술력 지수 : 3%, 시장확보 지수 : 27%

\* (기술 질적 수준 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 특허인용도 지수 : 8%, 특허영향지수 : 8%

\* 시장확보지수는 가장 높은 유럽연합을 기준으로 계산

- 1.0 대비 우리나라 국가별 기술경쟁력의 경우 시장확보지수는 떨어졌으나, 특허 인용도 지수, 특허 영향지수, 기술력 지수가 상승하였으며, 주요국가의 경우 한국을 중심으로 발전되고 있음

<표 3-11> 시스템통합분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
미국	18666.89	1.57	19.91	4.37
독일	35.96	1.72	2.19	0.48
유럽연합	155.26	2.73	1.57	0.35
한국	484.87	0.75	1.56	0.34
영국	20.18	2.18	1.15	0.25

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
기술력(TS) 지수			시장확보(PFS) 지수	
특허 인용도(CPP) 지수			특허영향(PII) 지수	

## 휴먼-머신 인터페이스

### 기술 정의

사람과 무인이동체 간에 보다 직관적인 인간 중심의 인터페이스를 구축하고, 이를 바탕으로 사람과 무인이동체가 상호작용하여 보다 안전하고 효율적으로 임무를 수행하기 위한 기술

### 주요 현황

- (연구동향) 가상환경/가상현실에서는 활용성을 극대화하는 조종 인터페이스 연구가 진행 중이며, 감시제어 기술에서는 위험한 원격 운용 환경의 난점을 보완할 수 있도록 기술을 개발하고 있음
  - 초보자도 쉽게 무인이동체를 운용할 수 있도록 편의성을 높이는 연구 확대 중
    - \* DJI社의 인스파이어 조종기도 모바일 컴퓨터 결합하여 무인항공기를 운용하면서 실시간 무인기 위치, 고도·속도와 같은 비행 정보를 한 눈에 파악 가능
  - 원격으로 운용 시 발생되는 임무 대기 및 통신 지연 시간으로 인한 영향, 운용자의 상황 인식과 숙련도 등 개인차에 의한 성능 편차, 사용성 등 긴급하며 위험한 원격 운용 환경의 난점을 보완할 수 있도록 기술을 개발 중
    - \* 메사추세츠 공과대학의 Humans and Automation 연구실에서는 복합 무인 시스템에서의 오퍼레이터 감시 제어 모델링을 연구하고 있음
  - 한국은 출연연·전문연과 대학을 중심으로 가상환경/가상현실기술에서 영상과 사람의 움직임이 분리되면서 나타나는 어지러움증 제거 연구를 진행하였으며, 원격운용에서 무인이동체를 원격으로 운용하기 위한 연구를 진행하고 있음
  - 최근 특허출원이 급증하고 있으며, 2007~2016년 452건에서 2011~2020년 9,898건으로 약 21.9배 대폭 증가
  - 등록특허의 경우, 2011년 이후 3,218건이 등록 되었으며, 주요 출원 인으로 Parrot, DJI, LG electronics, Honeywell, Boeing 社 등이 있음

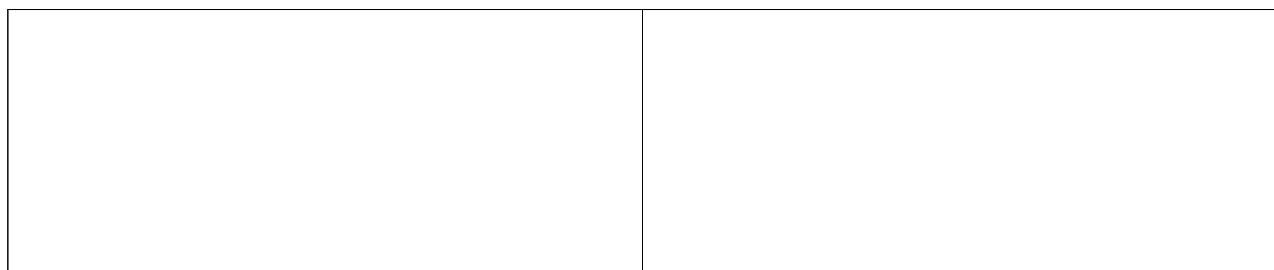
<표 3-12 > 휴먼-머신 인터페이스 분야 특허출원 현황

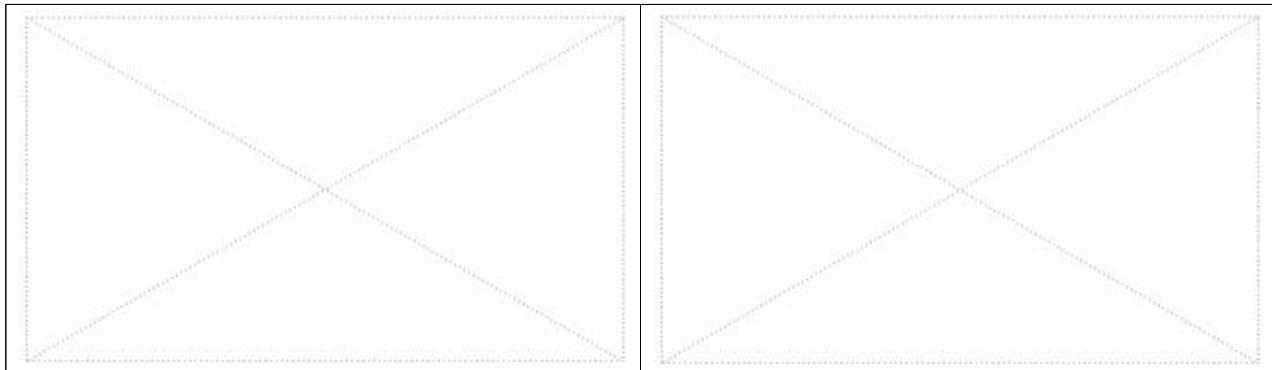


기술수준 분석

- (기술수준) 휴먼-머신 인터페이스 분야의 기술 수준은 해외 선진국 대비 79.4% 수준으로 전체 기술수준을 5단계(기반없음-학습-추격-선두-선도)로 구분할 경우 국내 기술 역량은 선도 기술을 추격중인 상태
  - 전문가 설문조사 결과, 평균적으로 국내기술수준은 선도국(미국) 대비 약 3.3년 내외의 기술격차가 있다고 조사되었으며, 유럽, 일본 및 중국과는 중국1.2년, 유럽 0.6년, 일본 0.2년 미만의 기술 격차가 있는 것으로 조사됨
    - 최고기술국 (미국) 대비 기술수준이 전체적으로 평균 25.2% 상승하였음

[그림 3-6] 휴먼-머신 인터페이스 분야 기술수준





□ (기술 경쟁력) 기술력 지수 및 기술 질적인 수준 미국이 주도하고 있으며, 기술 경쟁력 판단지수 중 시장확보지수의 경우 유럽연합, 영국이 선도국의 지위를 확보하고 있는 상황으로 우리나라에는 기술 질적 판단 지수에서 최선도국 대비 낮은 수준

- 특히, 기술 경쟁력 판단 지수 중 기술력 지수에서 최선도국 대비 0.8% 수준으로 다른 지수 대비 현저하게 낮은 것으로 조사
  - \* (기술 경쟁력 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 기술력 지수 : 0.8%, 시장확보 지수 : 34%
  - \* (기술 질적 수준 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 특허인용도 지수 : 2%, 특허영향지수 : 2%
  - \* 시장확보지수는 가장 높은 유럽연합을 기준으로 계산
- 1.0 대비 우리나라 국가별 기술경쟁력의 경우 특허 인용도지수, 특허 영향지수는 줄어들었으나 기술력 지수 및 시장확보지수가 상승하였으며, 주요국가의 경우 유럽을 중심으로 발전되고 있음

<표 3-13> 휴먼-머신 인터페이스분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
미국	2748.58	1.66	25.39	6.56
유럽연합	48.58	3.06	2.72	0.70
영국	4.39	2.51	2.43	0.63
러시아	44.19	1.01	1.57	0.41
대만	10.59	1.03	1.00	0.26

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
기술력(TS) 지수			시장확보(PFS) 지수	
특허 인용도(CPP) 지수		특허영향(PII) 지수		

### 3.1.2. 차세대 플랫폼 기술수준

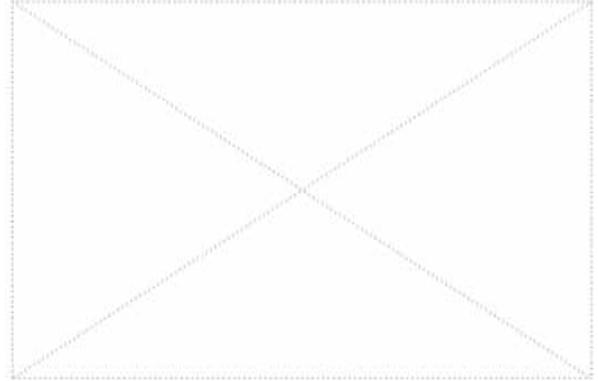
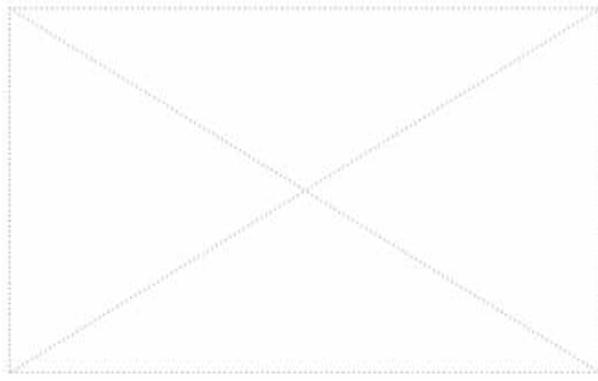
#### 차세대 플랫폼

플랫폼 정의	현재 기술 수준으로 구현이 불가능하나 미래에 수요가 예상되는 신 개념 플랫폼으로서, 구현 방식, 운용 환경, 시장 수요(수요조사) 등에 따라 특화기술의 고도화가 필요한 무인이동체로 ① ‘운용시간 증가형’, ② ‘임무장비형’, ③ ‘가혹환경형’, ④ ‘자율임무형’, ⑤ ‘유무인협력형’, ⑥ ‘무인간 협력형’, ⑦ ‘분리합체형’, ⑧ ‘형태변환형’으로 구분
--------	--

#### 주요 현황

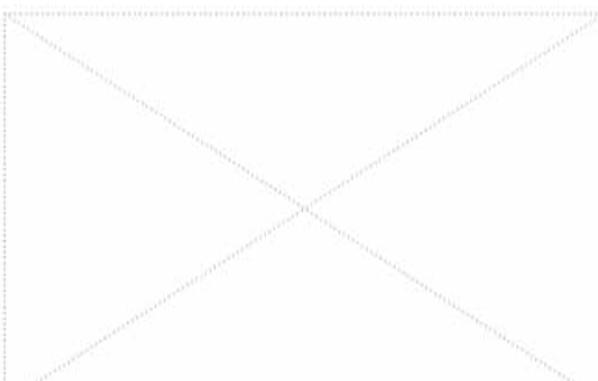
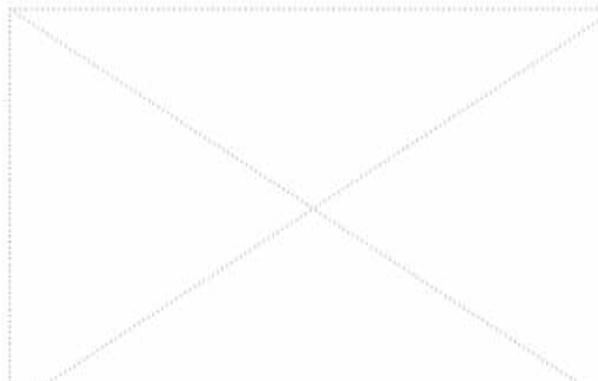
- (연구동향) 무인이동체의 공통적인 연구개발 동향은 군수/민수 모두 요구되는 임무의 수준과 기술수준이 고도화되고 있어, 시장의 수요에 부합하기 위해 대형화, AI강화 등으로 임무효율성 추구
- (완전자율화) 무인이동체의 작업 전문성 향상에 따라 기체의 완전자율화를 목표로 기술개발 진행 중임
  - \* 美 육군, 인공지능기반 자율비행 기능을 갖춘 Skydio2와 TEAL社 Golden-One을 채택, 활용
  - \*\* GEBCO社 소속의 NF Alumni Team의 무인 자율 심해 탐사선 개발 진행 중
- (에너지 효율) 장시간 이동 및 임무수행을 위해 에너지 자율충전 시스템과 에너지 하베스팅 등을 활용한 동력원의 에너지 효율화 기술이 개발 진행되고 있음
  - \* VoloCity, 이항 216, Gyro, 프리뉴 RUEPEL 등 장시간 운행이 가능한 UAM 및 물류용 드론 상용화 추진 중
- (대형화와 초소형화) 일반적으로 물류·극한환경 극복·전투 등 효율적 임무수행을 위한 대형화를 추구하나, 임무의 유형에 따라 초소형화 기술개발 또한 진행 전망중
  - 고속이동, 장거리 이동 등의 임무를 위해 기체 대형화 중이며, 정밀운용 및 저소음 이동을 위해 초소형화 되는 경향도 나타남

<표 3-14> 플랫폼 대형화 및 초소형화

NASA와 보스턴다이나믹스, 소형 탐사UGV 개발 중	Boeing社의 초대형 AUV Echo Voyager
	

- (군집운용 개발) 현재 군수/민수용 개별기체 위주로 임무를 수행하는 무인이동체의 군집운용에 관한 연구가 이루어지고 있으며, 이를 통한 임무 효율성 향상을 전망

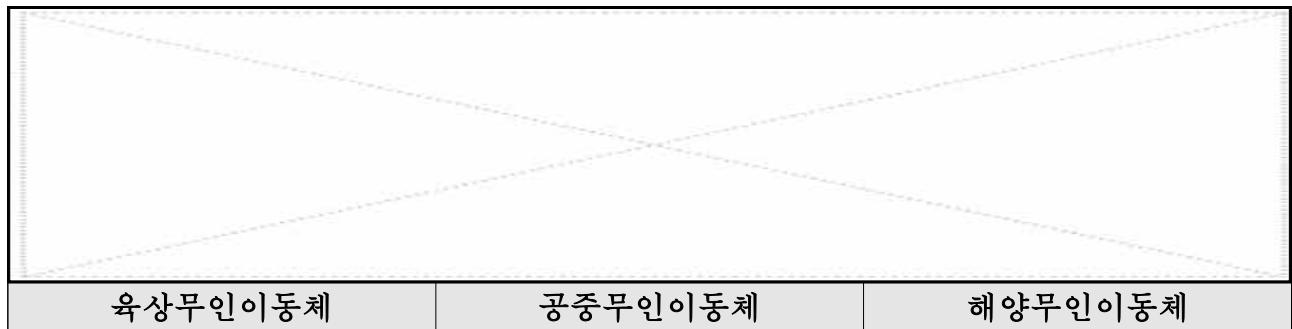
<표 3-15> 플랫폼 군집운용 개발

군집 공중플랫폼을 이용한 복합 임무 수행 예시	협력 수송 임무 예시
	

## 기술수준 분석

- (기술 역량) 플랫폼의 기술 역량 비교를 위해 적용 어플리케이션 기준으로 분류 시, 기술 역량은 세계 순위상 육상 7위, 해양 12위, 공중 8위로 분석\*  
  - 한국의 주요국 대비 기술순위가 2018년에서 2021년 사이 변함이 없으므로, 기술 역량은 상대적으로 현상유지를 하는 것으로 추정

[그림 3-7] 플랫폼 분야 상대기술순위



<표 3-16> 주요국 무인이동체(국방) 기술 순위

구분	미국	영국	독일	프랑스	일본	중국	러시아
육상 무인이동체	1위	5위	3위	4위	6위	9위	8위
공중 무인이동체	1위	5위 (공동순위)	5위 (공동순위)	4위	9위	3위	7위
해양 무인이동체	1위	2위	4위	3위	6위	7위	9위

\* 플랫폼 분야 특성상 기술수준이 가장 높은 군용 무인이동체의 역량 차용 (22~36 국방기술)에서 국방수출품질원

- (육상) 레이더 및 라이다 등의 중요 부품과 인공지능 기술은 아직 선진국 기술에 의존하는 경향이 있어 국산화 연구개발 필요
- (공중) 선진국은 MUM-T, 완전자율기동, 군집무인기 운용 등을 위한 연구개발을 하고 있으며, 우리나라도 기술 격차를 줄이기 위해 기술 선진국 기술을 벤치마킹할 필요가 있음
- (해양) 한국은 해양무인이동체의 체계 및 기술 연구개발이 이루어지고 있으나, 기술수준 상승폭은 선진국과 비슷한 수준으로 순위가 유지

됨

### 3.1.3. 인프라기술 기술수준

#### 안티드론

##### 기술 정의

불법드론의 위협 대비와 안전 확보를 위하여 동원되는 지상/공중/포렌식 기반 장비와 이들의 융복합 시스템 등 각종 형태의 드론 대응 기술을 총칭

##### 주요 현황

□ (연구동향) 불법드론 대응을 위한 탐지·식별·분석·무력화 장치 등이 영역별로 연구중이며, 영국, 독일 등을 중심으로 각 영역을 통합하는 안티드론 대응 시스템 개발 중

○ 불법드론 탐지·식별, 무력화 장비, 사고조사 등 기술영역별\*로 연구개발 진행 중

\* (탐지·식별) 공중 및 지상에서 불법드론을 탐지 및 식별, (무력화 장비) 불법드론 식별 후 불법드론을 무력화하는 재미, 스푸퍼, 넷건 등 장비, (사고조사) 불법드론이 발견된 실시간 범죄 정보를 확보하고 사건정보를 조사하기 위한 사전/사후 포렌식 기술

- (미국) 美국방부는 안티드론 연구개발과 육·해군 직사에너지 무기 및 시험검증을 위한 테스트베드 개발을 위해 민간기업과 협약 체결 및 투자 확대

\* DARPA(Defense Advanced Research Project Agency)는 무력화 기술 등 안티드론 대응에 특화된 기술개발을 위해 MFP(Mobile Force Protection)와 WARDEN(Waveform Agile Radio- frequency Directed Energy) 프로그램을 민간기업과 협력 운영하여 개발 중

- (중국) 우수한 기술력을 바탕으로 안티드론을 제조하는 회사와 다수 사용 제품이 존재하고 레이저 기반 무기는 군사용으로 개발 중

- (일본) 일본 방위성은 '21년부터 차량탑재형 안티드론 레이저를 개발 중이며 AI 기술 적용 등 국제 협력을 통해 제품을 개발

- (이스라엘) 이스라엘 방산 기업들과 보안 기업들을 중심으로 레이더, RF 기반 안티드론 솔루션 등 안티드론 제품 및 기술을 선도
  - 전통적인 항공 분야 기술 강국인 영국, 프랑스, 독일을 중심으로 안티드론 시스템 개발과 동시에 C-UAS 표준을 개발하는 등 분야간 연계와 통합 연구 추진
  - 국내의 경우 다부처공동사업인 “불법드론 지능형 대응기술개발('21~'25, 1단계-핵심기술)”을 통하여 원자력시설·공항에 국산기술기반 지능형 대응 원천기술개발 지원
  - (특허동향) 2011~2020년 국가별 총 2,410건의 특허를 등록 및 출원하였으며, 한국(99건)은 중국(1,736건)과 미국(227건)에 비하여 현저하게 뒤쳐지는 상황
- \* 주요 출원인은 Amazon, DJI, ETAK, Honeywell, IBM 社 등으로 나타남

[그림 4-8] 안티드론 분야 국적별 연도별 등록특허 출원 현황



## 기술수준 분석

- (기술수준) 안티드론 기술의 기술 수준은 최고기술국인 미국 대비 76.8% 수준으로 국내 안티드론 기술 역량은 추격에 위치하며, 집중적인 R&D가 수행될 경우 5년 이하의 기술격차를 더 줄일 수 있을 것으로 예상
  - 탐지·식별을 위한 장비로는 레이더, EO/IR, RF 스캐너가 개발되었고, 드론 무력화를 위한 장비의 경우, 재미 또는 재미를 활용한 무력화 장비가 주로 개발되었으나 국산화율은 미흡한 실정임
    - \* 우리나라의 기술 경쟁력의 평균 대비 격차는 미국과 3.5년 EU와 17년 중국과 12년 일본과 3.9년 순으로 나타남

[그림 3-9] 안티드론 분야 기술수준



- (기술 경쟁력) 기술력(TS) 지수 및 기술 질적 수준은 미국이 주도하고 있으며, 기술 경쟁력 판단 지수 중 시장확보지수의 경우 유럽연합이 선도국의 지위를 확보하고 있는 상황으로 우리나라는 기술 질적 판단 지수에서 최선도국 대비 낮은 수준
  - 특히, 기술 경쟁력 판단 지수 중 기술력 지수에서 최선도국 대비 5% 수준으로 다른 지수 대비 현저하게 낮은 것으로 조사
    - \* (기술 경쟁력 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 기술력 지수 : 5%, 시장확보 지수 : 23%

\*\* (기술 질적 수준 판단 자수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 특허인용도 자수 : 7%, 특허영향자수 : 7%

\*\*\* 시장화보지수는 가장 높은 유럽연합을 기준으로 계산

<표 3-17> 안티드론 분야 특허 상위 5대국가 주요 특허지수 현황

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
미국	1433.74	1.90	21.56	5.23
유럽연합	15.29	3.67	2.42	0.59
중국	794.17	0.81	1.90	0.46
영국	3.88	2.54	1.45	0.35
한국	76.21	0.84	1.42	0.34



## 관제

### 기술 정의

무인이동체 임무통제·교통관리시스템 간 정보 교환을 통해 운용자에게 유용한 교통서비스를 제공하는 기술

### 주요 현황

- (연구동향) 무인이동체가 취미용에서 공공 및 상업용으로 성장하기 위해 안전하고 자유로운 비가시권 비행이 요구됨에 따라 UTM\* 등 관제 기술이 전 세계적으로 개발 진행

\* (UAS Traffic Management) 저고도에서 운용되는 무인이동체의 안전하고 효율적인 운항을 위해 비행지역의 지형, 트래픽 변동, 기상, 비행금지구역 등 정보를 종합 고려하여 다수 무인이동체의 질서있고 안전하며 경제적 비행을 유도하는 기술

- (미국) UTM 생태계 구축 및 UAM 운용서를 발간하여 단계별 기술 개발 추진

- 미국 FAA(정부)는 FIMS\* 시스템을 개발 및 운용하고, UTM 시스템의 메인 서비스 파트인 USS\*\*는 민간에서 복수의 USS를 두고 민간이 개발 및 운용하는 전략을 추진하여 상업화를 위한 UTM 생태계 구축

\* (FIMS) Flight Information Management System, FAA가 구축 운용하는 비행정보관리 시스템

\*\* (USS) UAS Service Supplier, 민간이 담당하는 UTM 서비스 메인 제공시스템

- UTM 기술 표준을 AAM\* NC(National Campaign)에서 UAM 교통관리시스템으로 확장하여 적용할 예정이며 초기 UAM 교통관리 기술은 UTM 기술을 확장하고 일부 ATM 기술을 접목하여 적용할 가능성이 매우 높음

- UAM 운용개념서 1.0을 발간(2020년 6월)하여 단계별 UAM 운용 방법에 따라 기술 개발을 점진적으로 추진

\* Advance Air Mobility: 美연방항공청(FAA)가 美항공우주국(NASA)과 함께 UAM에 화물운송을 더한 개념으로 확대한 용어

- (EU) SESAR-JU는 2017년 9월 4단계로 추진되는 U-Space에 대한 청사진을 제시하여 드론에 대한 EU의 항공전략을 지원
  - 무인기와 무인기 조종사의 등록, 전자식별장치, 지오펜싱, 비행계획 관리, 전략적/기술적 충돌관리 등의 무인기 대상 교통관리 계획을 단계적 구현
- (중국) 중국은 운영 정보, 위치, 고도 및 속도를 포함한 비행 데이터를 실시간으로 모니터링하는 동적 데이터베이스 관리 시스템인 “UAS Cloud” 서비스를 제공 중이며, 클라우드에 연결된 무인비행장치가 지오펜스를 침범할 경우 클라우드의 알림이 활성화되는 기능을 갖추고 있음
- (일본) 일본 UTM 실증은 4단계로 구성되며 1~2단계는 가시권내 비행으로 원격조종과 자동비행, 3~4단계는 비가시권 비행으로 인구밀도가 낮은 지역 (섬, 산악 등) 및 도심지역 운영을 목표로 2019년까지 시스템 개발과 실증을 추진
- (싱가포르) 싱가포르는 도시국가 환경을 반영한 도시형 무인기교통체계인 u(urban)TM 체계 구축을 추진
- (한국) 국내에서도 K-UTM(국토부에서는 K 드론시스템이라는 명칭 사용 중) 기술 개발 및 K-UAM 기술개발과 제도 구축이 진행 중
- (특허동향) 2011년~2020년 국적별 특허 등록 및 특허 출원 현황과 추이를 살펴보면, 미국이 205건의 특허를 출원하여 압도적으로 1위를 달리고 있음
  - \* 2011년 이후 225건이 등록되었으며, 주요 출원인으로 Amazon, Boeing, Disney, Honeywell, IBM 社 등이 있음

[그림 4-10] 관제 분야 국적별 연도별 등록특허 출원 현황



## 기술수준 분석

- (기술수준) 최고 기술국인 미국과 비교한 우리나라의 분야별 기술 격차의 평균값은 3.6년이며 기술 수준의 평균값은 76.6%정도로 추격그룹 (선진기술의 모방개량이 가능한 그룹)에 속함
- 우리나라의 기술 경쟁력 평균 대비 격차는 미국과 3.7년, EU와 1.7년, 중국과 0.4년 순으로 나타나며, 우리나라가 일본보다 0.2년 앞서고 있다 고 조사됨

[그림 3-11] 관제 분야 기술수준

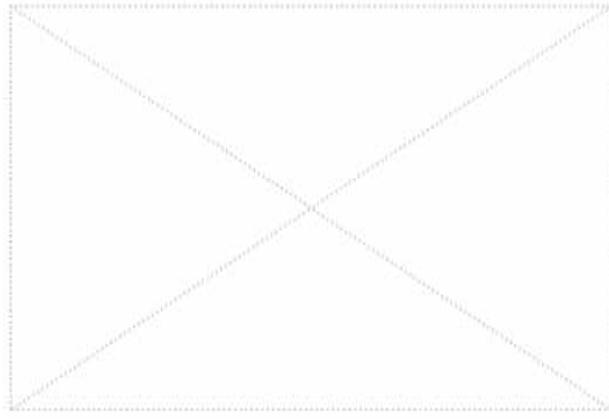
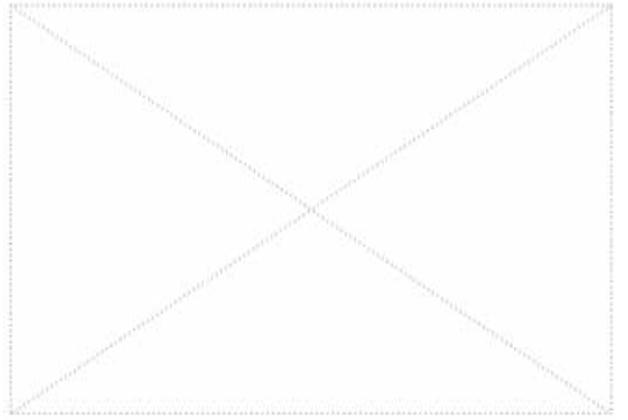


- (기술 경쟁력) 기술력 지수 및 기술 질적인 수준 미국이 주도하고 있으며, 기술 경쟁력 판단지수 중 시장확보지수의 경우 영국이 선도국의 지위를 확보하고 있는 상황으로 우리나라는 기술 질적 판단 지수에서 최선도국 대비 낮은 수준
- 특히, 기술 경쟁력 판단 지수 중 기술력 지수에서 최선도국 대비 1% 수준으로 다른 지수 대비 현저하게 낮은 것으로 조사
  - \* (기술 경쟁력 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 기술력 지수 : 1%, 시장확보 지수 : 29%
  - \*\* (기술 질적 수준 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 특허인용도 지수 : 5%, 특허영향지수 : 5%
  - \*\*\* 시장확보지수는 가장 높은 영국을 기준으로 계산

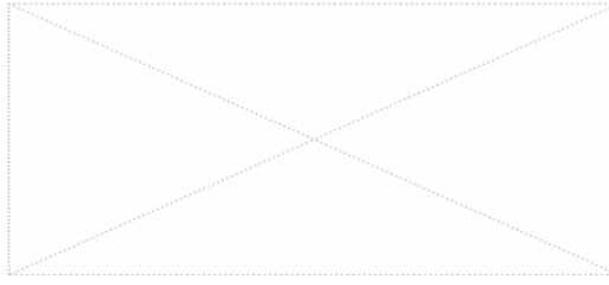
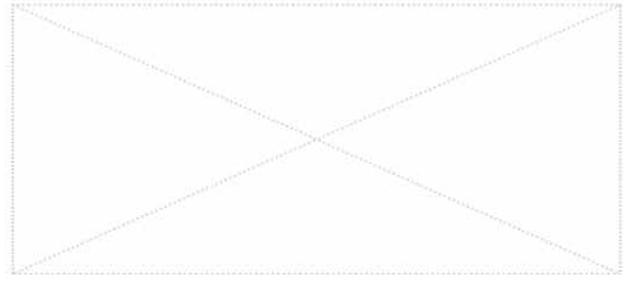
<표 3-18> 관제 분야 상위 5대국가 주요 특허지수 현황

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
미국	895.61	1.54	36.10	3.96
영국	0.99	2.48	4.50	0.49
유럽연합	8.34	2.43	4.00	0.44
한국	11.42	0.72	1.86	0.20
러시아	3.95	1.71	1.57	0.17

	
기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수

	
특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수

## 서비스인프라

### 기술 정의

다양한 부가가치의 드론 서비스를 실현하기 위해 드론 및 관련 기술을 체계적으로 활용하여 서비스를 개발하거나 제공하기 위한 기반기술

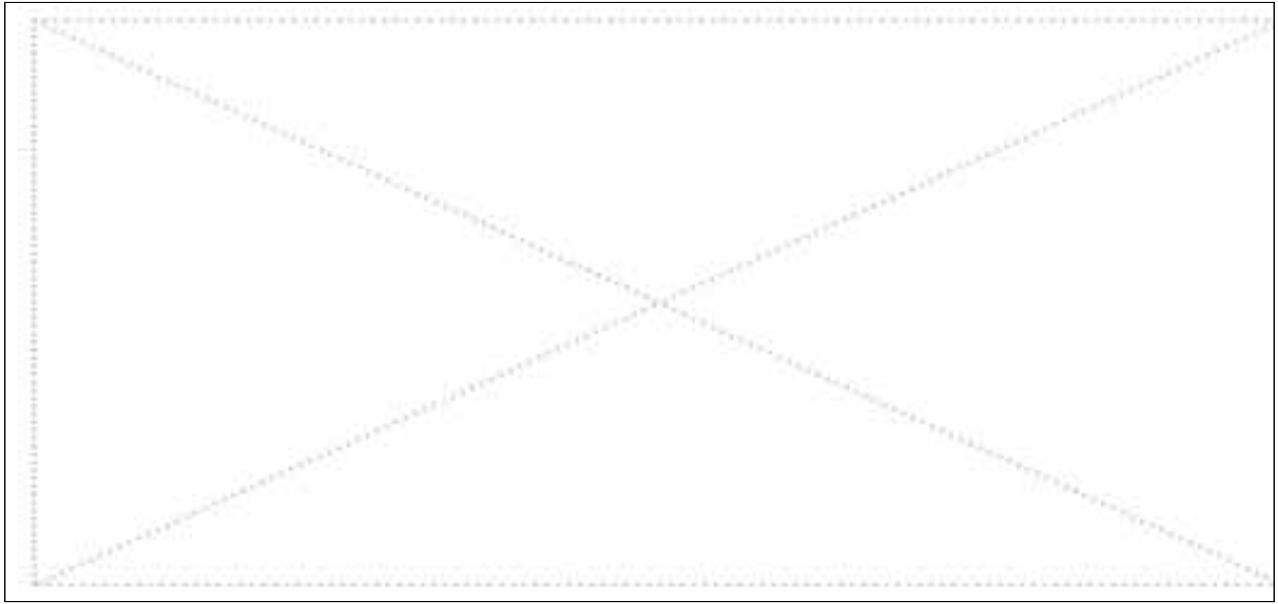
### 주요 현황

- (연구동향) 단위 기술의 한계 극복 및 다양한 드론 서비스 개발을 위해 드론 및 공간을 D(데이터)·N(5G)·A(인공지능) 기술과 융합하는 플랫폼 기술 개발 진행
  - (EU) 호라이즌 2020으로 추진하고 있는 5G!Drones에서는 5G 버티컬산업 후보 중 하나로 드론을 선택하여 5G를 활용하는 다양한 사용사례에 대한 분석 및 실증을 진행
    - (목적) 초고속/초연결/초저지연을 특징으로 하는 5G 기술을 드론에 활용하는 사용사례를 도출하여 도전적인 5G 목표 수립 및 서비스 실증을 통한 5G KPI 증명
    - 움직이는 드론을 지원하고 공공 안전을 위한 새로운 시나리오를 지원할 수 있는 네트워크 아키텍처 개발
  - (한국) 국내는 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵('20.5월)을 발표하여 2024년까지 비행실증 완료 및 2025년 상용화, 2030년 본격 서비스를 목표로 추진
    - (드론산업 육성정책 2.0, 국토부) 2020년 국토부는 '드론산업 육성정책 2.0'에서 실증기반을 통한 상용화를 통해 드론서비스의 조기실현 추진 계획을 밝히고, 향후 장거리·장시간 비행, 대용량·초연결 정보 전송 등 수소·5G 등 혁신 기술 기반의 드론 활용모델을 적극 발굴하여 실증 및 상용화 추진 계획 중

- (국방전략기술확보를 위한 정부R&D전략연구 -무인기의 유·무인 복합 전투수행을 중심으로, 한국과학기술기획평가원) 2020년 한국과학기술 기획평가원에서 발표한 연구에 의하면 4차 산업혁명시대에 인공지능, 빅데이터, 초연결 등으로 촉발되는 지능화 혁명에 따라 관련 산업이 획기적으로 변화하고 발전되며, 새로운 개념의 서비스가 출현할 것으로 예상
- 국방 분야에서도 5G, AI, 무인기 등의 협력 체계 추진의 필요성을 기술
- (S&T Market Report, 과학기술일자리진흥원) 2019년 과학기술일자리 진흥원에서 발표한 S&T Market Report. 드론 기술 및 시장동향 보고서에서는 국내 민수용 드론 기술의 수준은 초기 단계에 머물러 가치평가가 어렵지만, 8대 핵심 부품 기술은 선진국 대비 약 10~50%p의 격차가 존재
  - \* 서비스 분야는 잠재가치가 큰 물류, 충돌방지 기술 연구개발이 진행 중이며 시장은 아직 활성화되지 않은 상황이라 밝힘

- (특허동향) 연도별 특허 등록 및 특허 출원 현황과 추이를 살펴보면, 5,554건의 특허를 출원하였으며 그 중 중국이 76%(4,243건)을 차지
- 미국(1,092건)과 러시아(149건) 등이 뒤를 따르고 한국(64건)은 4위로 조사되며, 주요 출원인으로 Amazon, GM, Uber, Waymo, zoox 社 등이 있음

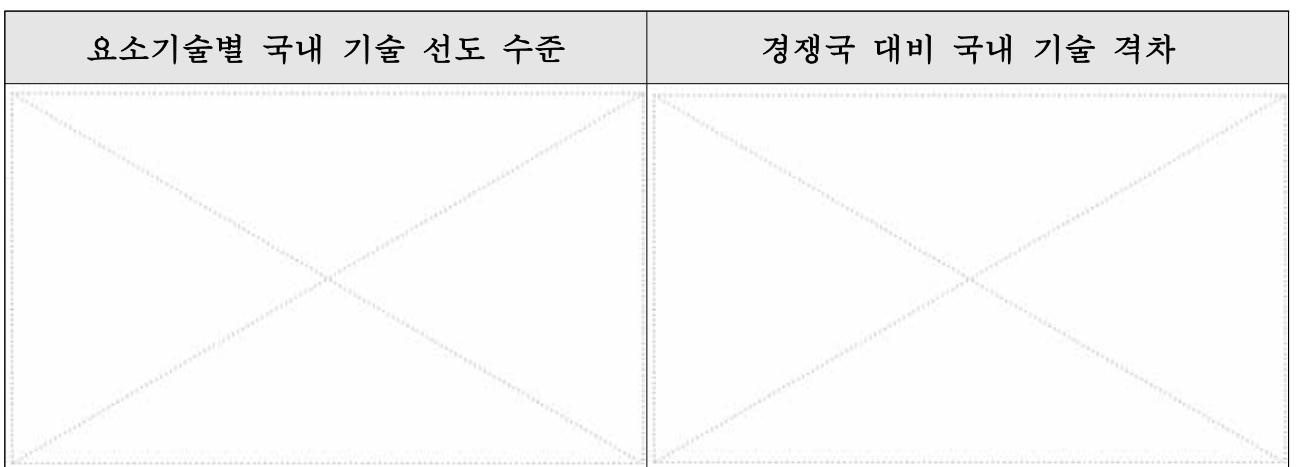
[그림 4-12] 서비스인프라 분야 국적별 연도별 등록특허 출원 현황



### 기술수준 분석

- (기술수준) 서비스인프라 기술은 무인이동체 기술 선두 국가인 미국과 평균 3.2년의 격차가 있는 것으로 분석되며, 실시간 임무데이터 기술이 4.8년으로 가장 큰 차이가 있음
  - 기술수준의 평균값은 85.3%로 추격 그룹에 속하며 서비스인프라 기술은 경쟁국 평균 대비 미국과 3.1년 차이가 존재
    - EU(0.5년), 중국(0.3년)과는 0.5년 정도 밖에 기술 격차가 나지 않으며, 일본보다 0.8년 앞서고 있음

[그림 3-13] 서비스인프라 분야 기술수준



요소기술별 국내 기술 선도 수준	경쟁국 대비 국내 기술 격차

- (기술 경쟁력) 기술력 지수 및 기술 질적인 수준 미국이 주도하고 있으며, 기술 경쟁력 판단지수 중 시장확보지수의 경우 유럽연합이 선도국의 지위를 확보하고 있는 상황으로 우리나라 기술 질적 판단 지수에서 최선도국 대비 낮은 수준
- 특히, 기술 경쟁력 판단 지수 중 기술력 지수에서 최선도국 대비 0.2% 수준으로 다른 지수 대비 현저하게 낮은 것으로 조사
    - \* (기술 경쟁력 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 기술력 지수 : 0.2%, 시장확보 지수 : 28%
    - \*\* (기술 질적 수준 판단 지수별 최선도국 대비 국내 기술 수준) 특허인용도 지수 : 1%, 특허영향지수 : 1%
    - \*\*\* 시장확보지수는 가장 높은 유럽연합을 기준으로 계산

<표 3-19> 서비스인프라 분야 상위 5대국가 주요 특허지수 현황

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
미국	5429.82	1.53	22.20	4.41
독일	5.77	1.65	2.64	0.52
유럽연합	28.23	2.67	1.54	0.31
러시아	30.42	1.15	0.88	0.18
영국	1.59	2.08	0.67	0.13

국가	기술 경쟁력 판단 지수		기술 질적 수준 판단 지수	
	기술력(TS) 지수	시장확보(PFS) 지수	특허 인용도(CPP) 지수	특허영향(PII) 지수
기술력(TS) 지수			시장확보(PFS) 지수	
특허 인용도(CPP) 지수			특허영향(PII) 지수	

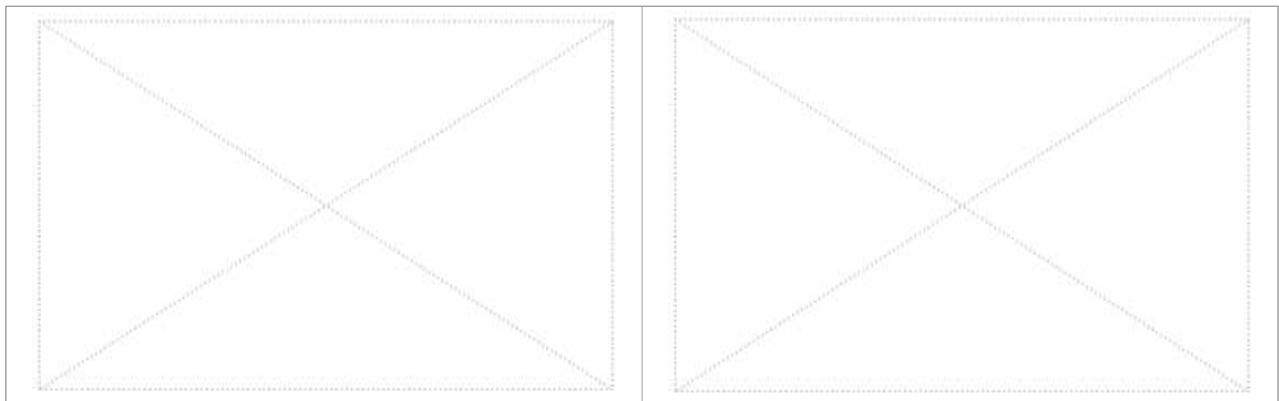
## 3.2. 국내 산업실태 진단

### 3.2.1. 플랫폼 산업실태

#### □ 국내 산업동향(「무인이동체 산업실태조사 2016~2021, 항우연」)

- (조직형태) '20년 기준으로 영리법인이 276개(89.6%)로 큰 비중을 차지, 그 다음으로는 법인 등록 없는 개인사업자가 30개(9.7%), 비영리법인이 2개(0.6%) 순으로 나타남

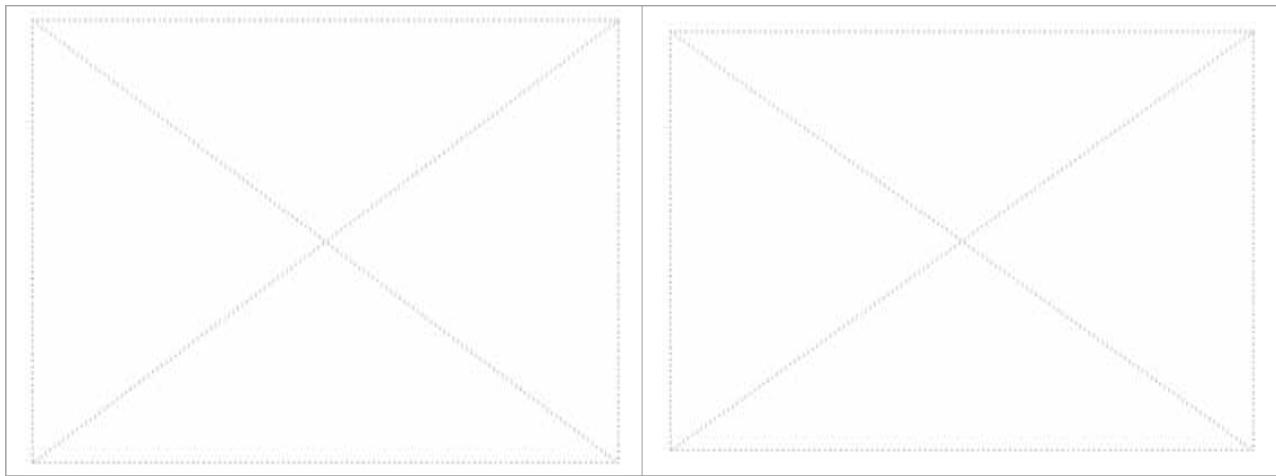
[그림 3-14] 국내 무인이동체 기업 조직 형태



\* 출처 : 2020년 무인이동체 산업실태조사 결과 보고서, 한국항공우주연구원 (2021)

- (업력) 무인이동체 산업을 영위하는 기업체의 업력은 5년 이하('15~'19) 기업이 65.9%로 3분의 2로 가장 많았으며, 다음으로 10년 이하된 기업('10~'14)이 23.7%를 차지

[그림 3-15] 국내 무인이동체 사업 참여 개시연도별 업력



\* 출처 : 2020년 무인이동체 산업실태조사 결과 보고서, 한국항공우주연구원 (2021)

- (종사 분야) 246개 기업(79.9%)이 공중(UAV) 분야에 종사하며, 35개 기업(11.4%)이 육상(UGV), 20개(6.5%)의 기업이 해양(USV/UUV), 7개(2.3%)기업이 임무장비에 종사하는 것으로 조사 됨

[그림 3-16] 국내 무인이동체 관련 종사 분야



\* 출처 : 2019년 무인이동체 및 드론활용 실태조사 보고서, 한국항공우주연구원 (2020)

- (기업체) 국내 무인이동체 산업을 영위하는 사업체 수는 2020년 기준 308개로, 2015년(44개) 이후 연평균성장률 48% 수준으로 증가  
- 2020년 기준 공중플랫폼 기업체 수가 246개로 79.9%를 차지하

며 가장 많고, 육상 35개(11.4%), 해상 20개(6.5%), 임무장비 7개(2.3%) 순서로 기업체가 분포하고 있음

<표 3-20> 국내 무인이동체 기업체 수

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	비중 (2020기준)	CAGR
공중	33개	43개	82개	184개	212개	246개	79.9%	49%
육상	8개	2개	11개	29개	32개	35개	11.4%	34%
해상	2개	8개	14개	19개	20개	20개	6.5%	58%
임무장비	1개	–	25개	1개	6개	7개	2.3%	48%
<b>총계</b>	<b>44개</b>	<b>53개</b>	<b>132개</b>	<b>233개</b>	<b>270개</b>	<b>308개</b>	<b>100%</b>	<b>48%</b>



#### □ 무인이동체 인력현황

- (기업규모별) 무인이동체 관련 종사인력은 '15년 521명에서 '20년 3,131명으로 증가하고, 이중 대기업이 671명, 중소기업이 2,460명으로 나타남

– 종사인력은 연평균 43%의 증가율로 나타남

<표 3-21> 국내 무인이동체 기업규모별 종사인원

(단위 : 명)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	
기업규모별 종사인원	대기업	–	652	621	643	918	671
	중소기업	618	556	1,019	2,100	2,168	2,460
	<b>총계</b>	<b>618</b>	<b>1,208</b>	<b>1,640</b>	<b>2,743</b>	<b>3,086</b>	<b>3,131</b>



- (플랫폼별) 플랫폼 유형별로 보면 UAV의 종사인력이 '20년 기준 2,342명으로 전체 종사자의 75% 수준이며, 전체 플랫폼 유형별로 종사인력은 증가 중임

<표 3-22> 국내 무인이동체 플랫폼별 종사인원

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	비중 (2020기준)	CAGR
공중	302명	1,085명	1,435명	2,116명	2,342명	2,342명	74.8%	51%
육상	176명	31명	117명	432명	522명	626명	20.0%	29%
해상	35명	71명	62명	173명	166명	124명	4.0%	29%
임무장비	8명	21명	26명	22명	56명	39명	1.2%	37%
<b>총계</b>	<b>521명</b>	<b>1,208명</b>	<b>1,640명</b>	<b>2,743명</b>	<b>3,086명</b>	<b>3,131명</b>	<b>100.0%</b>	<b>43%</b>

- (직무유형별) 직무유형별로는 '20년 기준 연구개발직이 2,132명 (71%)으로 가장 크며, 사무직 459명(15%), 생산직이 각각 339명 (11%), 기타직 201명(6%)으로 나타남

<표 3-23> 국내 무인이동체 직무별 종사자인원

(단위 : 명)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
연구개발직	448	875	1,229	1,841	2,099	2,132
사무직	94	156	143	333	430	459
생산직	55	168	183	360	361	339
기타직	21	9	85	209	196	201
<b>총계</b>	<b>618</b>	<b>1,208</b>	<b>1,640</b>	<b>2,743</b>	<b>3,086</b>	<b>3,131</b>

## □ 무인이동체 매출액 추이

- (매출액) 국내 무인이동체 산업의 매출액은 2015년 53,675백만원에서 2020년 678,352백만원으로 증가하여 연평균 66% 성장률을 나타냄

- 한편, 기업당 매출액은 2020년 기준 2,202백만원으로 연평균성장률은 13%로 전체 매출액 성장에 비해 적은 수준으로 나타나 매출이 발생하는 소수기업들이 산업 매출액 성장을 견인하고 있음

<표 3-24> 국내 무인이동체 산업 매출동향

(단위 : 십억 달러)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	CAGR	
공 중 육 상 해 상	매출액 기업당매출액	38,668 1,171.76	207,580 4,827.44	240,322 2,930.76	279,759 1,520.43	378,890 1,787.22	548,406 2,229.29	70% 14%
임 무 장 비	매출액 기업당매출액	1,076 134.50	21,844 10,922.00	10,405 945.91	68,577 2,364.72	61,208 1,912.75	81,081 2,316.60	137% 77%
	매출액 기업당매출액	13,931 6,965.50	2,020 252.50	2,400 171.43	15,662 824.32	15,907 795.35	40,686 2,034.30	24% -22%
	총매출액 기업당매출액	53,675 1,219.89	231,444 4,366.87	253,127 1,917.63	363,998 1,562.22	462,925 1,714.54	678,352 2,202.44	66% 13%

- (기업규모별 매출액) 대기업과 중소기업의 매출액 편차는 '19년 이후 비슷한 규모로 나타나지만, 기업수를 고려하면 대기업의 기업당 매출이 높음

### <표 3-25> 국내 무인이동체 기업규모별 매출액 현황

(단위 : 백만원)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
기업 규모별 매출	대기업	—	43,695	109,134	231,813	225,618
	중소기업	53,675	187,749	144,033	132,185	237,307
	총계	53,675	231,444	253,167	363,998	462,925
						678,352



⇒ 국내 무인이동체 산업의 양적 성장(기업체수, 종사자수, 매출액)은 진행되고 있으나, 각 기업이 역량을 갖추는 질적성장 필요

## □ 무인이동체 교역 추이

- (교역규모) 국내 무인이동체 산업 교역규모는 2020년 60,714백만원으로 2015년(17,914백만원) 대비 28% 성장하였으며, 해외교역에서 수출액이 69%, 수입액이 31% 비중을 차지하고 있음
  - 수출금액은 증가하고 있으나, 수입금액의 증가도 병행되고 있어 교역금액에서 수출액 비중은 정체되어 있음
  - 국내 무인이동체 산업의 글로벌 경쟁력이 상승하였으나, 해외 주요국에 대한 수입의존도 지속되고 있는 것으로 나타남

<표 3-26> 국내 무인이동체 산업 교역규모

(단위 : 백만원)

구분	2015년		2016년		2017년		2018년		2019년		2020년		CAGR
	금액	비중											
수출액	12,870	72%	15,975	72%	10,209	40%	14,354	40%	25,118	54%	41,705	69%	27%
수입액	5,044	28%	6,118	28%	15,535	60%	21,735	60%	21,457	46%	19,009	31%	30%
총계	12,870	100%	15,975	100%	10,209	100%	14,354	100%	25,118	100%	41,705	100%	28%



- (수출) 무인이동체 수출액은 ‘20년 기준 41,705백만원이고, 매년 수출액 및 수출기업은 증가추세이나, 17년 이후 무역수지 적자 지속 중
  - 플랫폼별로는 ‘20년 기준 UMV의 수출액이 가장 크게 나타나 22,204백만원(53%)이며, UAV, UGV 순서임
  - 다만, ‘19년 이전까지 UAV의 수출액이 가장 큰 비중을 차지하고 있었음
- (수입) 수입액은 지속 증가중이나, ‘20년 소폭 감소하여 19,009백만원으로 나타나며, UAV에 대한 수입액이 가장 큰 비중을 차지하고 있음
  - 플랫폼별로는 ‘20년 기준 UAV의 수입액이 가장 크게 나타나 16,142백만원(84%)이며, UMV, 임무장비, UGV 순서임

<표 3-27> 국내 무인이동체 수출수입액 및 기업수

(단위 : 백만원, 개)

구분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
수출액	UAV	7,345	15,957	10,186	9,719	16,175	15,714
	UGV	3,865	18	23	4,485	3,597	3,787
	UMV	1,660	—	—	150	5,346	22,204
	임무장비	—	—	—	—	—	—
	수출계	12,870	15,975	10,209	14,354	25,118	41,705
	수출기업수	4	6	9	19	23	26
수입액	UAV	4,406	5,526	14,746	18,705	19,007	16,142
	UGV	235	545	312	1,205	930	589
	UMV	403	47	477	825	490	1,293
	임무장비	—	—	—	1,000	1,030	985
	수입계	5,044	6,118	15,535	21,735	21,457	19,009
	수입기업수	19	17	27	80	63	61

○ (수요처 비중) 2020년 기준 국내 무인이동체 산업의 수요처별 매출액은 정부부처 291,691백만원(43%), 공공기관 159,413백만원(23.5%) 민간기업 135,670백만원(20%) 등의 순서로, 정부 및 공공기관 수요에 의존하고 있음

— 정부 및 공공기관 수요 비중은 2016년 이후 지속적 감소하고 있고, 민간기업 수요와 일반소비, 해외수출도 지속 증가하고 있으나, 여전히 정부 및 공공기관 수요 비중이 산업 매출의 과반이상임

<표 3-28> 국내 무인이동체 산업 수요처 현황 및 비중

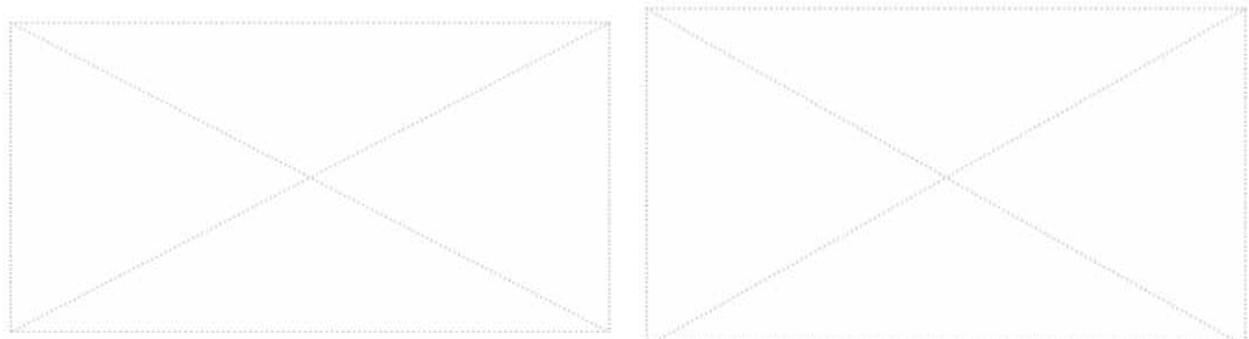
(단위 : 백만원)

구분	2015년		2016년		2017년		2018년		2019년		2020년		CA GR
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	
정부부처	9,961	19%	161,791	70%	151,599	60%	139,902	38%	211,072	46%	291,691	430%	13%
공공기관	11,711	22%	47,253	20%	26,001	10%	44,427	12%	98,043	21%	159,413	235%	28%
민간기업	17,703	33%	14,663	6%	47,210	19%	129,185	35%	94,219	20%	135,670	200%	56%
일반소비자	—	0%	3,381	1%	11,672	5%	16,095	4%	29,972	6%	43,415	6.4%	67%
해외(수출)	12,870	24%	2,968	1%	1,228	0%	14,354	4%	25,098	5%	41,379	6.1%	69%
대학	279	1%	1,388	1%	1,422	1%	2,171	1%	4,521	1%	6,105	0.9%	34%
기타	1,151	2%	—	0%	14,035	6%	17,864	5%	—	0%	678	0.1%	—

총계	53,675	100%	231,444	100%	253,167	100%	363,998	100%	462,925	100%	678,352	100%	24%
----	--------	------	---------	------	---------	------	---------	------	---------	------	---------	------	-----

<연도별 수요처별 매출액>

<수요처별 비중>



- ⇒ 국내 무인이동체 산업의 성장은 공공부문의 수요가 견인하고 있으며, 이러한 양상은 주요국에서도 비슷하게 나타나고 있어 민간시장 활성화 전까지 공공부문 수요를 통해 시장을 유지하고 국내기업 경쟁력을 강화시켜야 함
- ⇒ 민간시장의 성장을 위해 제도개선이 진행(드론3법 개정, UAM로드맵 등)되고 있으며, 제도개선에 맞추어 시장성장을 견인할 핵심기술 개발과 국내 산업 경쟁력 제고가 요구됨

### 3.2.2. 부품 산업실태

#### □ 무인이동체 핵심부품 구성

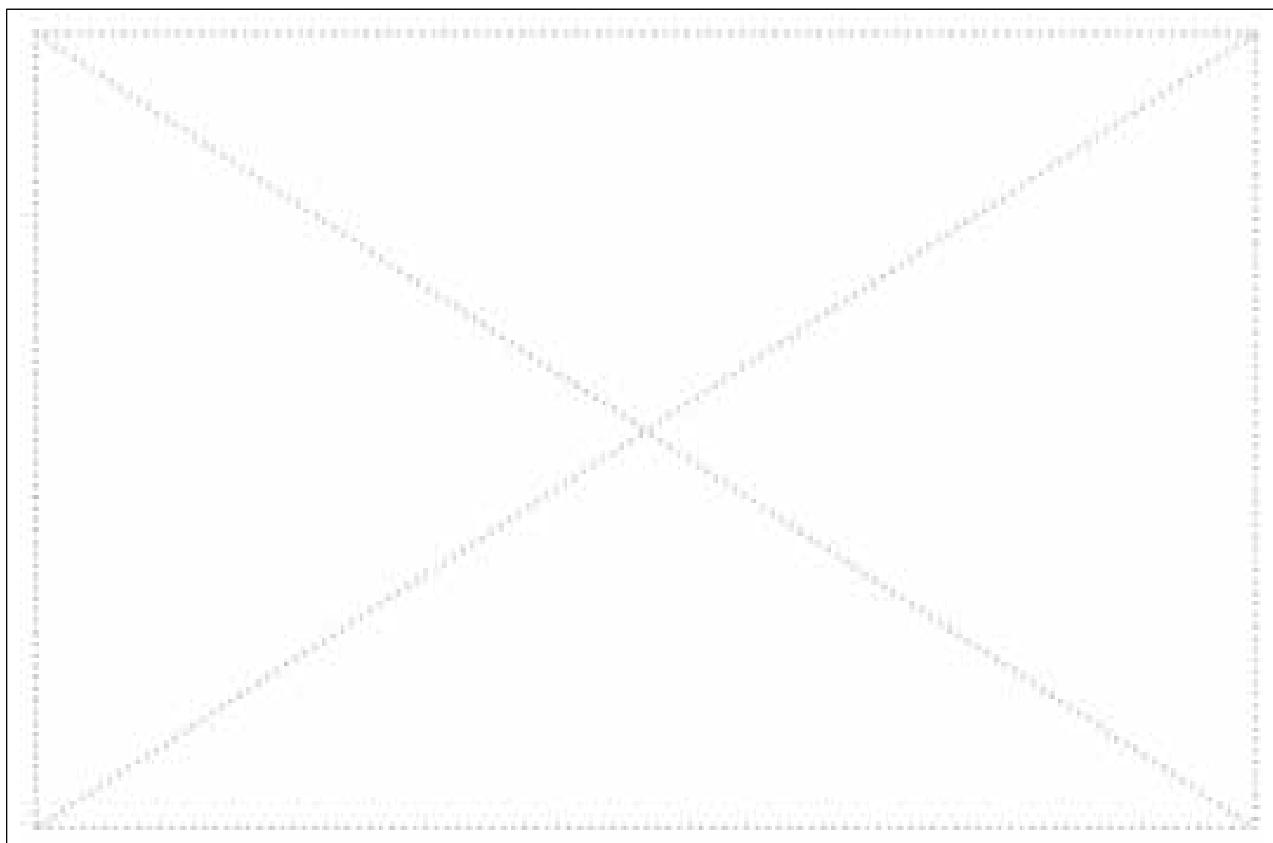
- 무인이동체를 구성하고 있는 부품은 비행제어 시스템, 프레임/프로펠러, 추진계통, 통신장치, 항법장치, 임무방지, 지상장비 등으로 구성

#### □ 무인이동체 핵심부품 국산화 및 경쟁력

- (국산화 현황) 2021년 기준 무인이동체 핵심부품은 평균 45%가 국산화되어 있으며, 2019년 31% 대비 국산화 비중이 증가 (약 14% 상승)

\* 단, 부품의 국산화는 되어있으나, 부품의 성능·가격 경쟁력은 부족한 실태

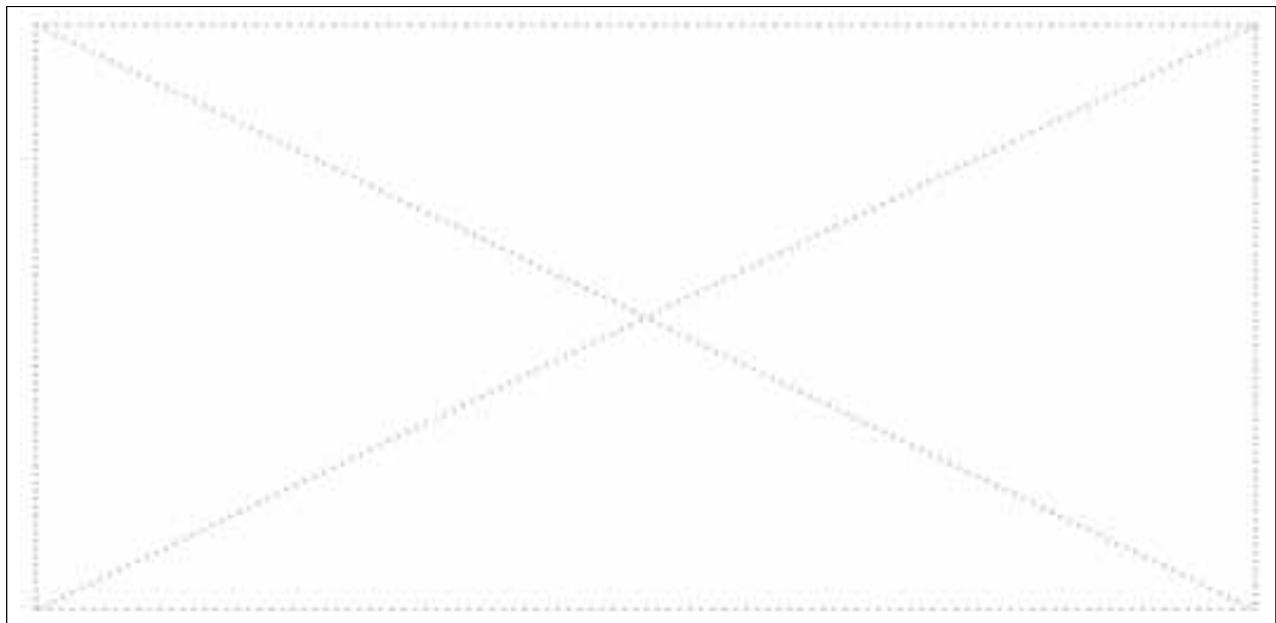
[그림 3-17] 국내 핵심부품 구성 및 국산화 현황



\* 출처 : 항우연, 2021년 드론 핵심부품 국내 활용현황 및 국산화 계획

- (국산부품 기술경쟁력) 국산부품의 기술경쟁력은 시장 최고부품 대비 89% 수준으로 나타남

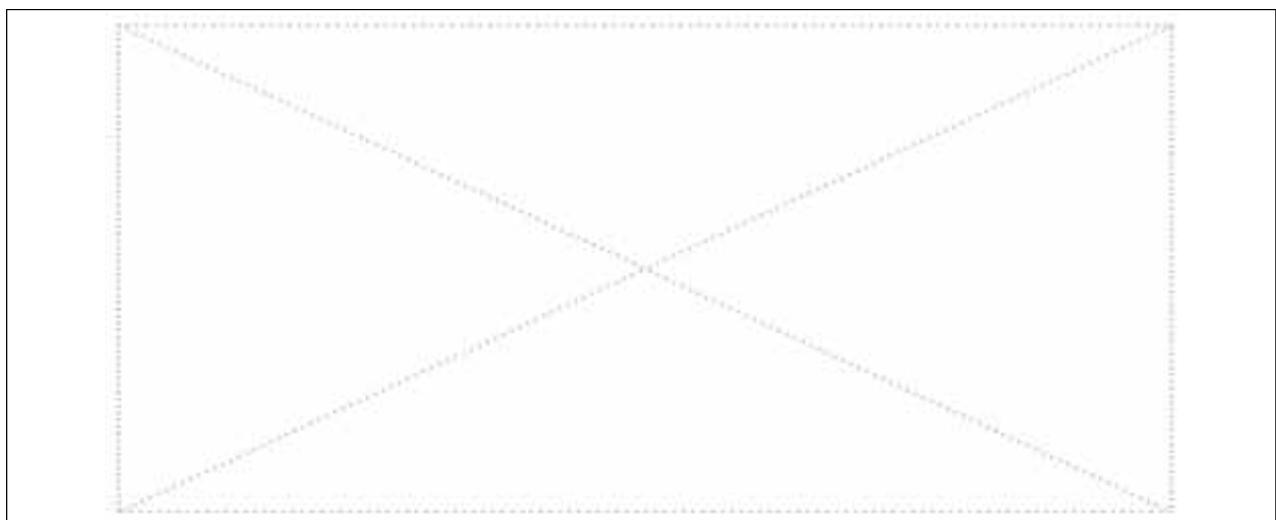
[그림 3-18] 시장 최고부품 대비 국산부품 기술경쟁력 현황



\* 출처 : 항우연, 2021년 드론 핵심부품 국내 활용현황 및 국산화 계획

- (국산부품 가격경쟁력) 외산부품의 가격이 100%일 때 국산부품의 가격은 168% 수준으로, 국산부품의 가격이 외산에 비해 경쟁력이 부족한 실태

[그림 3-19] 외산부품 대비 국산부품 평균 가격경쟁력



- (국산부품 활용 저해요인) 국산 부품 가격경쟁력 부족(30%)과 R&D 및 인력부족(23%), 자동화 설비 부족(20%) 등의 사유가 국산부품 활용 저해요인이 되고 있음
  - \* 플랫폼 제조기업 및 부품기업 인터뷰 결과 국산 기술로 개발한 부품이 기술적 경쟁력은 있으나 시장경쟁력이 부족한 것으로 나타남

<표 3-29> 국산부품 활용 저해요인

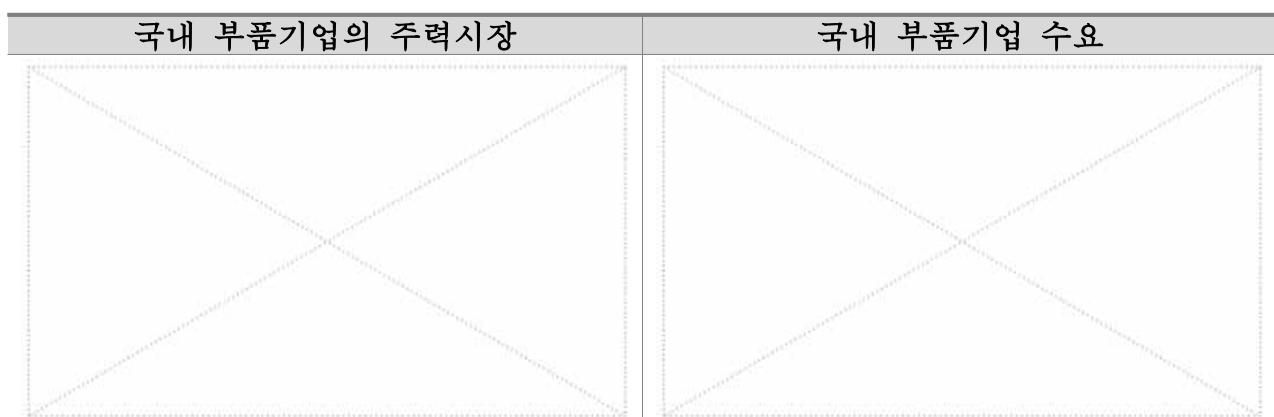
국산부품 활용 저해요인	응답비중
R&D 및 인력 부족	23%
자금력 부족	18%
가격경쟁력 부족	30%
자동화 설비 및 성능검증 부족	20%
인증, 규제 관련 정부 행정처리 부족	8%
기타	3%
총계	100%

\* 출처 : 항우연, 2021년 드론 핵심부품 국내 활용현황 및 국산화 계획 (n=40)

## □ 무인이동체 부품수요

- (주력시장 및 수요) 국내 무인이동체 부품기업은 국내 시장을 중심으로 하며, 해외 경쟁력이 부족한 상황으로 부품의 주요 수요 기관도 국내 중소중견기업, 공공기관 및 연구소가 과반 이상임

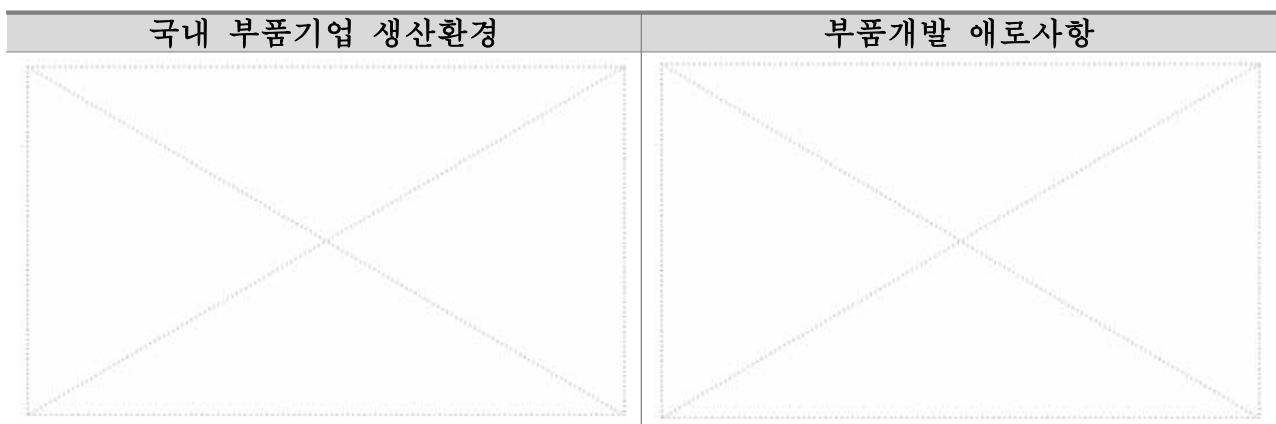
[그림 3-20] 국산부품 주력시장 및 수요



## □ 무인이동체 부품 생산환경 및 R&D

- (생산환경) 국내 무인이동체 부품은 소품종 소량생산 구조로 규모의 경제가 약하며 이에 따라 가격 경쟁력이 약한 실정
  - \* 플랫폼 제조기업 및 부품기업 인터뷰 결과 해외 부품과 가격경쟁을 하기 위해 양산라인이 필요하나, 양산라인 구축을 위한 투자는 대기업 수준에서도 어려움 있음
- (R&D) 국산부품 개발에 있어 R&D 자금부족과 R&D경험 및 전문인력 부족이 주요 애로사항으로 나타남

[그림 3-21] 무인이동체 부품 생산환경 및 R&D 실태



\* 출처 : 항우연, 2021년 드론 핵심부품 국내 활용현황 및 국산화 계획

- ⇒ 국내부품 국산화는 증가하고, 부품 기술경쟁력도 갖추고 있으나, 시장 내 경쟁성은 부족한 실정
  - ⇒ 부품기업이 양산할 수 있도록 공공수요를 통한 견인과 함께 차별화된 성능을 갖춘 핵심부품의 개발이 필요

### 3.3. 시사점

#### [동향변화]

##### □ 국내 무인이동체 기술수준 및 관련 산업규모 향상

- 원천기술 분야 세계 최고 대비 국내 기술수준은 2017년 평균 60% 수준이었으나, 2022년 평균 80% 수준
- 무인이동체 관련 기업수는 2017년 132개에서 2020년 308개로 증가하였고, 매출액은 2,531억원에서 6,783억원으로 향상
- 무인이동체 국산부품의 활용률은 2019년 평균 31%수준에서 2021년 45%로 증가하여 국산부품의 활용률도 증가 추세

##### □ 기술수준과 산업규모의 향상에도 불구하고 세계수준과 비교시 기술 및 핵심부품 등 경쟁력은 여전히 낮은 수준

- 기술수준은 향상하고 있으나, 미국 등 기술선도국가와 비교하였을 때 기술력이 부족, 경쟁력 있는 원천기술을 발굴·개발 필요

\* 기술력지수 : (탐지 및 인식) 0.6%, (자율지능) 3%, (동력원·이동) 2%, (통신네트워크) 2%, (시스템통합) 3%, (HMI) 0.8%, (안티드론) 5%, (관제) 1%, (서비스인프라) 0.2% 등으로 특허 기술력은 낮은 상황

- R&D 역량 및 생산 자동화설비 부족\* 등으로 국산 부품 경쟁력이 저하되고 있으며, 해외부품 종속\*\*에 따른 수급 제한 우려 등 해소 필요

\* 낮은 경쟁력 → 시장 확보 제한 → R&D/생산 투자 제한 → 경쟁력 개선 한계의 악순환

\*\* FC(Flight Controller)는 드론의 두뇌역할을 하는 소형컴퓨터이자, 비행의 질을 결정하는 장치로 국내개발 중이나 시장성 부족으로 DJI(중국), JIYI(중국), PIXHAWK(오픈소스) 등에 종속

<표 3-30> 핵심부품별 선도국 대비 기술경쟁력, 국산화 활용률, 국산화 필요성

구분	비행제어 시스템 (탑재컴퓨터, SW)	프로펠러/기체 프레임	추진계통 (보더, 배터리 등)	통신장치 (조종, 임무 등)	항법장치 (GPS, INS 등)	임무장비 (EO/IR 등)	지상장비 (조정기)
기술경쟁력 (%)	88	93	91	82	91	90	85
국산화 활용 (%)	51	46.3	30.7	68	35	34.3	83
국산화 필요성*	성능향상, 종속대응	성능향상, 종속대응	성능향상, 부품경쟁력	종속대응, 안보전략	종속대응, 부품경쟁력	성능향상	성능향상

※ 국산화 필요성

- 무인이동체 핵심부품에 대하여 국내 산학연 전문가 대상으로 국산화 시급 사유에 대하여 설문조사

(성능향상) 플랫폼 전체 성능을 향상시킬 수 있는 핵심기술 부품

(종속대응) 해외부품 및 기술에 종속 우려가 있어 장기적으로 국산화 필요 부품

(부품경쟁력) 원가절감 및 신뢰성 확보를 통해 경쟁력을 제고할 수 있는 부품

(안보전략) 軍, 공공분야 등 안보측면에서 전략물품으로 확보가 필요한 부품

(시사점)

- ⇒ 급변하는 무인이동체 기술동향을 반영하여 경쟁력 있는 신규 기술을 발굴하여 기술수준 향상과 함께 경쟁력 확보
- ⇒ 국내 무인이동체 기업 매출이 대부분 정부 및 공공기관 시장에서 발생(66.5%)하는 상황을 고려, 공공 안전과 임무수행에 핵심이 되는 차세대 융복합 부품개발을 통해 국산 핵심부품 활용을 확대 필요

## IV. 기술로드맵 2.0

### 로드맵 수립 개요

#### □ 로드맵 수립 배경

- 무인이동체 기술로드맵 1.0 수립 이후 5년 경과된 시점에서 정책·산업·기술 동향을 점검하여 기존 기술로드맵을 보완·발전

#### □ 로드맵 수립 방법

- (연구동향) 분야별 산·학·연 전문가<sup>\*</sup>로 구성된 분과를 운영하여 최신 연구동향을 분석

\* 6대 원천기술, 3대 플랫폼, 3대 인프라 기술에 대하여 12개 소분과 구성

- (투자현황) 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에 등록된 무인이동체 관련 R&D 과제 분석 및 부처별 현황(연구내용, 목표, 일정, 재원 등) 조사

- (국내 수준 진단) 산·학·연 전문가를 대상으로 국내 기술수준, 주요국 대비 경쟁력에 대한 설문조사와 특허경쟁력 분석 실시

- (수요기술/플랫폼 도출) 기술수요조사, 전문가위원회 등을 통해 신규 수요기술과 차세대 유망플랫폼을 도출

- (부품국산화) 부품국산화 수준<sup>\*</sup> 분석과 국산화 필요성<sup>\*\*</sup> 분석하여 부품국산화 핵심과제 발굴

\* 한국항공우주연구원에서 2년 단위로 수행한 무인이동체 핵심부품 국산화 조사 활용

\*\* 산·학·연 전문가 대상 설문조사를 통해 핵심부품에 대한 국산화 필요성, 부품국산화 중점기술 도출

\*\*\* (부품국산화 핵심과제 발굴) 주요 부품기업 인터뷰를 통해 부품국산화 핵심과제를 발굴

- (로드맵 수립) 분과별 기술개발 시급성, 국산화 필요성, 공공수요 등을 고려하여 기술로드맵 수립

□ 타 국가 로드맵과의 차이점

- 본 무인이동체 기술로드맵은 무인이동체의 공통핵심기능기술, 인프라 기술에 대하여 향후 개발이 필요한 기술을 제시함
  - 이러한 점에서 무인시스템을 통합하여 상호운용성을 확보하는 데 중점을 둔 미국의 기술로드맵(DoD), 미래 무인 교통환경 구축에 중점을 둔 유럽의 기술정책(SESAR), 군사적 활용성에 중점을 둔 터키의 로드맵과 차별성을 가짐

구분	무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵 2.0	Unmanned Systems Integrated Roadmap	Strategic Research and Innovation Agenda : Digital European Sky	Gelecegin Hava Kuvvetleri : 2016 - 2050
국가	한국	미국	유럽	터키
작성대상	미래기술 중심	미래기술 중심	미래기술 및 통합관제 중심	미래기술 중심
작성주체	과기정통부 (민간)	DoD (군)	EU(SESAR) (민간)	STM (군)
작성목적	공통원천기술 개발방향 및 개발단계 제시	육해공 통합 무인시스템 개발을 통해 상호운용성 확보	로봇(무인이동체 포함)-인간 협업기반 조성	무인항공기 도입 통한 국방력 제고
목표	· 무인이동체 원천기술 기반 산업 경쟁력 제고	· '42년까지 4대 핵심 기술분야 개발 * '17, '29, 42년 3개 시점을 기준으로 단기, 중기, 장기 구분	· 고도로 완전 자동화 된 ATM시스템 구축 및 유럽의 단일 권역화 · '27년까지 cluster 4 영역에 150억 연구 개발비 지원	· '35년까지 군용 무인항공기 도입으로 군사적 항공 우위 취득
주안점	향후 국가 무인이동체 발전방향에 필요한 단계별 기술	육상/해양/공중 무인이동체에 공통모듈화 및 호환부품 기술 개발	기술개발과 함께 상용화 관점에서 운용에 필요한 기반 마련	무인항공기로 변화할 등 군사 작전/전략 제시

□ 6대 원천기술분야 유지에 대한 적절성

- 육·해·공 운용환경별 기술개발에 따른 유사·중복 투자를 방지하고 기술호환성을 확보하는 등 R&D 투자의 효율성 향상하기 위한 공통 원천기술인 점에서 6대 원천기술의 체계는 여전이 유효
  - 단, 6대 원천기술분야별로 기존에 식별되지 않은 요소기술을 새로 식별
    - \* (예시) 기존 동력원 및 이동분야는 동력원 기술과 이동 및 작업기술로 구성되나, 본 로드맵에서는 동력원 기술, 동력시스템 구성기술, 이동장치 기술, 작업장치 기술 등 신규 요소기술 발굴

## 4.1. 6대 공통핵심기능기술 개발

### 4.1.1. 탐지 및 인식

#### 추진방향

- ◆ 실외·개활지에서 주로 활용중인 무인이동체가 도심내부, 실내, 수중공간 등의 환경에서 운용되기 위한 항법 기술 필요
- ◆ 다수 무인이동체의 자율운용을 위해서는, 임무중 타 무인이동체 및 외부 장애물과 충돌 및 간섭 예방할 수 있는 기술 필요
- ◆ 무인이동체용 탐지 및 회피센서 성능향상 및 경량화를 위한 원천기술 및 회피기술 개발에 대한 지원 필요

- 위성항법 난조건 지역(실내외 및 도심, 수중)에서 무인이동체를 운용할 수 있는 기반 기술의 개발
  - 군집 무인이동체 운용 및 정밀접근 항법 등 기술개발을 통해 다양한 조건에서의 항법 신뢰성을 제고하여 공공·민간에서 활용제고
  - 실시간 지도공유, 정밀지도를 활용한 위치추정, 수중 위치인식 등을 개발·고도화하여 무인이동체 운용 범위를 확대
- 탐지·회피 센서 경량화·저전력화 기술, 다중 무인이동체 간 협력적 탐지·회피 기술 개발로 다수-자율운용을 위한 기반 기술 개발
  - 협력형/비협력형 탐지·회피 기술의 고도화와 다수-자율운용을 위한 탐지·회피 융복합 센서기술 개발
  - 극한환경에서 장애물을 탐지·추적하고, 이동 중인 장애물을 실시간으로 경로 예측하는 기술을 개발하여 복잡한 도심지 및 임무를 위한 극한환경에서 원활한 운용 가능하도록 연구개발 지원
  - 복합 카메라를 이용한 깊이 이미지 추정기술 등 융·복합형 탐지·회피용 센서를 개발하여 무인이동체 운용 확대
- 무인이동체용 임무장비 센서 기술 수준을 향상 목표로 기술개발
  - EO/IR 센서의 소형·경량·저전력화 등 고도화 기술개발과 생체신호 탐지 스마트 센서 등 첨단센서 개발

## 로드맵

<표 4-2> 탐지 및 인식 기술로드맵

핵심기술	요소 기술	세부기술	비고	1단계(단기)			2단계(중기)			3단계(장기)		
				Y	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
항법 및 항행 기술	위성항법 정밀도 향상기술	무인이동체 3차원 공간 위치 추정을 위한 다중 GNSS 신호 분할/결합을 통한 항법해 향상기술	계속									
		위성항법보강시스템을 적용한 무인이동체 3차원 공간 정밀도 향상기술	신규									
		정밀도 및 가용성 향상을 위한 협업 결합 GNSS 기술	신규									
	항법무결성 확보기술	무인 이동체 운영을 위한 위성항법 무결성 기술 개발	신규									
		군집 무인이동체를 위한 항법정밀도 개선기술 개발	신규									
		정밀접근 대체항법기술	신규									
		전파교란상황에서의 무인이동체 자율이동을 위한 교란 탐지 및 대응기술	신규									
	실내외 복합항법기술	가혹환경(위성항법성능 불량, 비가시, 투과형 장애물)에서의 무인이동체 운용을 위한 실시간 3차원 공간정보 구축 및 위치 추정	계속									
		육-공 실시간 지도공유 및 자율주행 시스템	신규									
		센서간 상호간섭을 고려한 정밀 지도 작성 및 위치추정 기술	신규									
		수중무인이동체를 위한 수중 localization 및 자동운항 기술	신규									
탐지 및 회피	비협력형 탐지 및 회피기술	무인이동체 온보드환경에서의 실시간 영상이미지 고속 처리를 통한 장애물 검출 알고리즘 개발	계속									
		극한기상환경에서의 장애물 탐지 및 추적 기술	신규									
		이동 장애물의 실시간 경로 예측 기술	신규									
	협력형 탐지 및 회피 기술	소형 무인이동체를 위한 ADS-B in/out 장비의 소형화 경량화 신호 처리 기술	계속									
	탐지회피용 응복합센서기술	탐지 및 회피 성능향상을 위한 센서 융.복합 기술	계속									
		복합 카메라를 이용한 깊이 이미지 추정기술 개발	신규									
임무장비	임무장비 성능향상	무인이동체용 EO/IR 센서의 소형/경량/저전력화 기술	신규									
		무인이동체용 경량 광대역 분광센서 기술	계속									
		공중 무인이동체 탑재를 위한 경량-저전력 SAR 기술	계속									
		무인이동체 탑재용 대기환경 및 유해물질 감지를 위한 스마트 환경 센서 기술 개발	계속									
		무인이동체 탑재용 생체신호 탐지 스마트 센서	신규									

## 세부기술명세

### ○ 항법 및 항행

요소기술	세부기술	기술 명세
위성항법 정밀도 향상기술	무인이동체 3차원 공간 위치 추정을 위한 다중 GNSS 신호 분할/결합을 통한 항법해 향상기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>GNSS 배열 안테나, 다중 수신기의 기하학적 구속조건 및 이중화, 다중 GNSS 신호 분할 및 결합을 통한 다양한 GNSS 신호 수신 환경에서의 측위정밀도 향상</li> <li>다중 GNSS 삼중주파수 기반 RTK 측위해 알고리즘 개발을 통해 기존 이중주파수 기반 RTK 측위해 도출에 소요되는 초기수렴 단축 및 정밀도 향상</li> </ul>
	위성항법보강 기술을 적용한 무인이동체 3차원 측위 성능 향상기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>위성항법 보강 기술 (GBAS, SBAS 등)의 적용을 통한 소형 무인이동체의 3차원 측위 성능 고도화 기술</li> <li>GNSS와 보조센서 활용을 통해 도심지 및 교량 하부 등 GNSS 가혹 환경에서의 정밀측위 연속성 향상</li> </ul>
	정확도 및 가용성 향상을 위한 협업 결합 GNSS 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>다중경로오차와 비가시선 오차 등으로 인해 RTK 기술을 적용하기 어려운 상황에 대비하여, 다수 무인이동체의 GNSS 수신기를 결합하여 위치 정확도와 가용성을 크게 향상시킬 수 있는 협업 강결합 GNSS 기술</li> <li>초음파, UWB, LEO 위성 신호, 휴대폰 기지국 등 보강 센서와의 결합을 통한 협업 강결합 GNSS의 성능 향상 및 확장성 제고</li> </ul>
항법 무결성 확보기술	무인 이동체 운영을 위한 위성항법 무결성 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>미래 위성항법(KPS 등)을 고려한 다중위성군 다중주파수 위성항법 무결성 기술 개발</li> <li>난조건 상황(전리권 교란, 다중경로)에서의 GNSS 신호 기반 센서 퓨전 측위를 통한 위성항법 무결성/연속성 향상</li> <li>위치추정 정밀도를 향상시키기 위한 다수의 동종 및 이종 센서의 중첩 및 센서신호 처리를 통한 항법성능 실시간 감지 및 고장대응기술</li> </ul>
	군집 무인이동체를 위한 항법 정확도 및 신뢰성 향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>군집 혹은 인근 운용 중인 다른 무인이동체 개체간 통신채널을 통해 GNSS 및 보조센서 신호를 서로 교환하여 상호 항법정보를 개선하기 위한 기술 개발</li> <li>센서 고장, 야간, 악기상, 고자기장, 방사능 환경 등 센서 사용 제한 환경에서도 강건한 무인이동체간 협업 및 맵핑 기술 구현을 위한 무인 이동체간 상대 위치 항법 정확도 고도화 및 신뢰성 향상 기술 개발</li> <li>다수 무인이동체 GNSS 및 보조센서 신호를 V2X 통신으로 수집 후 정보융합을 통한 정밀 항법기술</li> </ul>
	정밀접근 대체항법기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>극도심 빌딩속 멀티페스가 심한 환경에서 이착륙하는 유무인 드론을 위한 단일스테이션 기반 정밀접근 대체항법 개발</li> <li>GNSS 재밍 및 가혹환경에서 운영 가능한 대체항법 시스템</li> </ul>
	전파교란상황에서의 무인이동체 자율이동을 위한 교란 탐지 및 대응기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제 항법위성 신호와 교란신호의 구분과 재밍/스푸핑 상황탐지를 위한 항법 신호처리 알고리즘 개발</li> <li>위성 기반 항법신호의 전파교란 탐지시 백업으로 활용 가능한 지상 기반 전파항법 시스템(eLoran 등)의 측위 성능 향상 알고리즘 개발</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
실내외 복합항법 기술	복합적 가혹환경 (위성항법성능 불량, 비가시, 투과형 장애물, 비정형 특징점 환경)에서의 무인이동체 운용을 위한 실시간 3차원 공간정보 구축 및 위치 추정	<ul style="list-style-type: none"> <li>가혹환경에서 무인이동체 운용을 위한 다종센서(EO/IR, 분광장비, 라이다, 레이다, 초음파 등) 기반의 3차원 공간정보 실시간 매핑 및 강건항법 기술 (가혹환경: 실내환경(위성항법, 통신네트워크 성능 불량), 비가시(저조도, 연무), 광학투과형장애물(유리, 거울), 센서 고장, 야간, 악기상, 고자기장, 방사능 환경 등 센서 사용 제한 혹은 선택적 활용가능 환경 등)</li> <li>GPS 제한조건에서 비정형 미지 환경에 강건한 SLAM 알고리즘 및 성능 개선 기술</li> <li>비정형 임무환경 저탐지 센서 측정치 특성을 고려한 강결합형 라이다-관성 오도메트리 기술</li> <li>무인이동체 자율주행을 위한 지도와 인프라 기반(V2X) 정밀 측위 및 상황 인식 기술</li> </ul>
	육-공 실시간 지도공유 및 자율주행 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>지도가 주어지지 않은 지역에서 UAV를 활용하여 지상의 지도를 생성하고, 실시간으로 지상무인이동체와 지도 정보를 공유하는 기술 개발</li> <li>UAV에서 작성된 이미지지도/위성 이미지 지도를 바탕으로 UGV의 위치를 추정함</li> </ul>
	센서간 상호간섭을 고려한 정밀 지도 작성 및 위치추정 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>3차원 라이다, 레이더, IMU센서등의 센서융합을 통해 정밀한 지도를 작성하는 기술과 정밀지도에서 카메라등 센서간 간섭이 적은 센서를 활용해 무인이동체의 위치를 추정하는 기술</li> </ul>
	수중드론을 위한 수중 localization 및 자동운항 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 장애물(예, 케이블 걸림)과의 충돌 회피를 위해 비전시스템, INS, sonar 정보의 통합에 기반한 localization(positioning) 기술</li> <li>조류 및 턱류 등 수중 가혹환경을 극복하기 위한 복합센서 융합 기술</li> </ul>

## ○ 탐지 및 회피

요소기술	세부기술	기술 명세
비협력형 탐지 및 회피 기술	무인이동체 온보드환경에서의 실시간 영상이미지 고속 처리를 통한 장애물 검출 및 회피 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체의 온보드 환경에서도 고해상도 영상이미지의 실시간처리를 위한 알고리즘 및 영상정보와 무인이동체 주위의 장애물과의 충돌가능성 정보 매핑을 통한 충돌회피 기술 개발</li> </ul>
	무인이동체 소형/경량 레이다의 탐지 거리 및 범위 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 적용을 위한 레이다(FMCW, UWB레이더) 장비의 3차원 공간탐지성능 향상 (탐지거리, 수평/수직 해상도 향상)</li> </ul>
	극한기상환경에서의 장애물 탐지 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>EO/IR 카메라, 열화상 카메라등 야간, 날씨변화에도 주변 장애물의 인식 및 추정이 가능한 기술 개발</li> </ul>
	이동 장애물의 실시간 경로 예측 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동 장애물의 실시간 경로 예측 기술</li> <li>날씨변화에 강건한 야간 무인이동체 인지 및 경로예측 기술</li> </ul>
협력형 탐지 및 회피 기술	소형 무인이동체를 위한 ADS-B in/out 장비의 소형화 경량화 신호 처리 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 무인이동체에 탑재가 가능한 ADS-B 장비의 소형화 및 다중 무인이동체 운용을 위한 다중 ADS-B 정보 처리 기술</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
비협력형 탐지 및 회피 기술	무인이동체 온보드환경에서의 실시간 영상이미지 고속 처리를 통한 장애물 검출 및 회피 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체의 온보드 환경에서도 고해상도 영상이미지의 실시간처리를 위한 알고리즘 및 영상정보와 무인이동체 주위의 장애물과의 충돌가능성 정보 매핑을 통한 충돌회피 기술 개발</li> </ul>
	무인이동체 소형/경량 레이다의 탐지 거리 및 범위 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 적용을 위한 레이다(FMCW, UWB레이다) 장비의 3차원 공간탐지성능 향상 (탐지거리, 수평/수직 해상도 향상)</li> </ul>
	극한기상환경에서의 장애물 탐지 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>EO/IR 카메라, 열화상 카메라등 야간, 날씨변화에도 주변 장애물의 인식 및 추정이 가능한 기술 개발</li> </ul>
	이동 장애물의 실시간 경로 예측 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동 장애물의 실시간 경로 예측 기술</li> <li>날씨변화에 강건한 야간 무인이동체 인지 및 경로예측 기술</li> </ul>
탐지회피용 융복합센서기술	탐지 및 회피 성능향상을 위한 센서 융·복합 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>다종 센서 융·복합을 통한 탐지 및 회피 센서의 성능개선 및 소형화, 경량화를 위한 원천기술 개발</li> <li>다수/다종 센서 최적 결합을 위한 센서 데이터 융합 및 실시간 대용량 데이터 처리 기술</li> <li>다수/다종 센서 결합을 통한 전천후(야간, 악천후) 고강건성 상태 추정 및 상황 인지 기술</li> </ul>
	복합 카메라를 이용한 깊이 이미지 추정기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>저가의 EO/IR 카메라 쌍 또는 열화상 카메라와 카메라를 사용한 복합 카메라등을 이용해 주변 환경의 깊이 이미지를 정밀하게 생성할 수 있는 기술 개발</li> <li>가혹날씨 환경에서의 야간 무인이동체 추적을 위한 센서/카메라의 깊이 이미지 추정 기술</li> </ul>

## ○ 임무장비

요소기술	세부기술	기술 명세
임무장비 성능향상	무인이동체용 EO/IR 센서의 소형/경량/저전력화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>영상센서 집적도 향상, 저조도 성능향상 기술, 비냉각형 적외선 센서의 경량화</li> </ul>
	무인이동체용 경량 광대역 분광센서 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 탑재를 위한 장비경량화 (1kg 이하)</li> <li>분광장비 성능 향상기술 (분광범위 확대를 위한 분광필터 대역 향상, 투과율, 프레임레이트 개선 등)</li> </ul>
	공중 무인이동체 탑재를 위한 경량-저전력 SAR 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 탑재를 위한 장비경량화 (1kg 이하)</li> <li>SAR 장비 성능향상기술 (탐지범위 확대, 분해능 (cm 급))</li> </ul>
	무인이동체 탑재용 대기환경 및 유해물질 감지를 위한 스마트 환경 센서 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>다중 대기정보(온습도, 압력, VOC, 미세먼지, CO 등) 감지를 위한 복합 센서 개발</li> <li>측정기기 및 기체의 운동에 따른 대기정보 측정오차를 감소시키기 위한 보정기술 개발</li> </ul>
	무인이동체 탑재용 생체신호 탐지 스마트 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>비접촉 방식으로 생체신호를 수집할 수 있는 스마트 센서 개발</li> </ul>

#### 4.1.2. 자율지능

##### 추진방향

◆ 센서로 데이터를 취득하고 처리하여 유용한 정보로 가공하는 기술 및 무인이동체가 스스로 상황을 판단하고 결정한 내용을 기반으로 하여 임무에 적합한 작업을 수행할 수 있도록 하는 기술을 개발

- 인공지능을 기반으로 하는 딥러닝 알고리즘을 활용한 인식 기술 연구개발
    - 인공지능을 활용해 물체인식률을 향상시켜 무인이동체가 상황을 인지하고 임무에 맞게 해석할 수 있는 기술개발
  - 여러 개의 임무를 설정/할당하고 관리하는데 필요한 기술과 임무 별 중요도를 설정하고, 설정된 임무 중요도를 기반으로 임무 수행 순서를 재설정하는 기술 개발 추진 필요
  - 현재 시스템 상태에 대한 진단뿐 아니라 예측까지 가능할 수 있도록 하는 전전성 진단 소프트웨어 기술 개발 필요
    - 모터, 센서, 네트워크 등 주요부품에 대한 인공지능 기반 Fail-safe 기술과 함께 다중화 시스템을 적용한 무인이동체 안전 보장형 최적 설계 기술 개발 필요
- \* 일부 기능의 사용·조작에 착오 및 고장이 있다 해도 사고로 연결되지 않도록 고안된 시스템
- 무인이동체가 각각의 개체 특징을 고려하여 임무를 분산/할당하고, 임무수행이 불가능해진 개체를 제외하고 새로운 개체를 투입하기 위한 소프트웨어 및 제어기술에 대한 개발 필요

## 로드맵

### <표 4-3> 자율지능 기술로드맵

핵심 기술	요소 기술	세부기술	비고	1단계(단기)			2단계(중기)			3단계(장기)		
				Y	+	+	+	+	+	+	+	+
상황 인식	상황 인지 기술	무인이동체용 객체 검출 데이터 기반 상황인지 시스템 구축	계속									
		인공지능 활용 학습을 통한 물체 인식률 향상 기술	신규									
	상황 이해 기술	인식 정보 기반상황 분류 기술	계속									
		소형 무인이동체를 위한 임베디드용 기계학습 알고리즘 개발	계속									
자기 운영	예측 기술	모델링이 불가능한 시스템 상황 예측 기술	계속									
	자율 임무 계획 기술	다중 임무설정/할당/ 및 임무평가 기술	계속									
		운용시간과 상황 대응력 향상을 위한 임무 계획 및 재구성 기술	계속									
	자율 유도제어 기술	자율 경로계획 및 자율 운항/주행 기술	신규									
		난조건 및 외란 적응형 이동 기술	계속									
		무인이동체 자가 운영을 위한 충돌 감지 및 회피 기술	신규									
		센서 신호를 활용한 고장 진단 및 예측 기술	신규									
자기 전전 성 관 리	건전성 진단 기술	건전성 분석을 통한 임무 수행 가능 여부 판단 기술	계속									
		여유자유도 설계 및 고장 대응 기술	신규									
	손상 적응/수리 기술	국소손상에 적응한 긴급 변형기동 기술	계속									
		지능형 협업 및 분산 임무 할당 기술	신규									
지능 협업	임무 분석 및 임무 분산 할당 기술	오류와 고장에 강건한 협업 네트워크 관리 기술	계속									
		협동 임무중인 무인이동체 사이의 정보교환 기술	계속									
	다수 무인이동체 운용 기술	분산컴퓨팅 시스템 기반 데이터 처리 기술	계속									
		자율적 협업을 통한 임무 수행 기술	신규									

## 세부기술명세

### ○ 상황 인식

요소기술	세부기술	기술 명세
상황 인지 기술	무인이동체용 객체 검출 데이터 기반 상황인지 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능기반 객체 검출을 위한 대용량 데이터베이스 구축 및 온보드 활용 기술</li> <li>비정형, 저시인성, 장거리, 소형 물체 인식을 위한 학습 데이터베이스 구축</li> </ul>
	인공지능 활용 학습을 통한 물체 인식률 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>기계학습을 이용한 물체 인식/분류 기술 고도화</li> <li>다종 영상(EO/IR) 및 레이다 정보 융합을 통한 해상, 산간 조난자 탐지 기술</li> <li>영상과 음성 정보를 기반으로 한 물체 인식 기술</li> <li>음향 정보를 이용한 수중 물체 인식 기술</li> <li>야간, 악기상, 고잡음 환경에서의 자율 주행 환경 물체 인식 및 잡음 보정 기술</li> <li>무인이동체 군집에서의 식별 물체 동기화 기술</li> </ul>
상황 이해 기술	인식 정보 기반상황 분류 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체의 행동 결정을 위한 상황 인식/분류 기술</li> <li>무인이동체 자신의 상태, 임무 상태, 주변 환경 분석 기술</li> <li>무인이동체가 수행 가능한 행동 판별 및 상태 연결 기술</li> <li>인체 거동 및 식별자 인식을 통한 상태 분류 및 의도 추정 기술</li> </ul>
	소형 무인이동체를 위한 임베디드용 기계학습 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체에 탑재 가능한 임베디드 시스템 연산능력 강화 기술</li> <li>임베디드 환경을 위한 인공신경망 알고리즘 단순화(저전력, 저연산) 기법</li> </ul>
예측 기술	모델링이 불가능한 시스템 상황 예측 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서 사용 및 통신 제한 조건 또는 비정형 환경하에서의 실시간 상황 예측 기술</li> <li>무인이동체 경로계획 및 충돌 회피를 위한 주변 물체 미래경로 고정확도 예측 기술</li> <li>엄폐물, 돌발 상황 예측 및 사고 위험도 평가 기술</li> </ul>

### ○ 자가 운영

요소기술	세부기술	기술 명세
자율 임무 계획 기술	다중 임무 설정/할당 및 임무 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>임무 분석 및 세분화(하부 임무 생성) 기술</li> <li>세분화 임무 중요도 평가 및 스케줄링 기술</li> <li>다중 임무 설정/관리 및 임무 수행 결과 평가 기술</li> </ul>
	운용시간과 상황 대응력 향상을 위한 임무 계획 및 재구성 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습을 통한 상황 판단 및 임무 변경/결정 기술</li> <li>시간, 전력, 계산 자원 고려한 상태 관리 및 장기 임무 계획 기술</li> <li>임무 유사성과 중복도를 고려한 임무 재편집 및 수행구조 재구성 기술</li> <li>비상상황 및 비정형 환경 대응을 위한 임무 재설정 기술</li> </ul>
자율 유도제어 기술	자율 경로계획 및 자율 운항/주행 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량 탑재 센서와 V2X 정보를 활용한 도심 자율 주행 기술</li> <li>가시거리 밖(BVLOS) 안전 운용을 위한 소형 무인기 자율 비행 및 실시간 비상 경로 계획 기술</li> <li>수상/수중 무인이동체 자율 운항 기술</li> <li>초소형 무인 시스템 자율 운항 기술</li> </ul>
	난조건 및 외란 적응형 이동 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>우천 및 야간 사고 방지를 위한 자율 주행 기술</li> <li>다중 추돌 또는 택일적 상황에서 피해 최소화를 위한 결심 및 주행 기술</li> <li>비포장 및 야지 주행을 위한 학습 기반 자율 주행 기술</li> <li>악기상, 야간 비행을 위한 자율 비행 기술 및 지원 인프라 개발</li> <li>높은 파고에서의 선체 안정화 및 전복 방지를 위한 운항 기술</li> <li>유속이 빠른 환경에서 수중 자세와 위치 유지를 위한 제어 및 운용 기술</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
	무인이동체 자가 운용을 위한 충돌 감지 및 회피 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V2X 정보가 제한된 조건하에서 주변 차량 경로 예측을 통한 충돌 감지 및 회피 기술</li> <li>• 돌발 출현물 회피를 위한 고기동 제어 및 2차 충돌 방지 기술</li> <li>• 센서 및 GPS 음영 지역에서의 안정 비행 기법 및 충돌 회피 기술</li> <li>• 비상 착륙 및 낙하 상황에서 지상 피해 최소화를 위한 비행 유도제어 기술</li> <li>• 탑재 센서를 이용한 비상 착륙지 실시간 탐색 및 위험도 분석 기술</li> <li>• 선박/부유체 해상 충돌 방지를 위한 센서/통신망 기반 충돌 감지 및 회피 기술</li> <li>• 무인차량, 무인기 등 도심 운용을 위한 충돌 방지 정보 제공 인프라 및 시스템 개발</li> <li>• 충돌 이후 시스템 오작동에 의한 피해를 최소화하기 위한 이중화 및 fail-safe 기술</li> </ul>

## ○ 자가 건전성 관리

요소기술	세부기술	기술 명세
건전성 진단 기술	센서 신호를 활용한 고장 진단 및 예측 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소리, 진동, 전기신호 등을 활용한 저전력, 경량 고장 진단/예측 기술 및 고장 검출 알고리즘</li> <li>• 센서, 배터리, 구동기 등 무인이동체 구성품의 교체주기 및 운용가능성 자동 진단기술</li> <li>• 비행 및 주행 빅데이터 기반 고장/결함 예측 및 상태 진단 기술</li> <li>• 무인이동체를 위한 통합 헬스 모니터링 및 관리 시스템 개발</li> <li>• 무인이동체 안전 관리를 위한 AR 기반 고장 진단/예측 및 정비 지원 기술</li> <li>• 영상 등 센서를 통한 고장 부품의 정확한 고장 지점 탐색/탐지 기술</li> </ul>
	건전성 분석을 통한 임무 수행 가능 여부 판단 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시스템 정상 요소, 잔여 자원량, 임무 자원 소요량 등의 분석 통한 임무 수행 위험도 평가 기술</li> <li>• 데이터베이스와 다중 대응 시나리오 기반한 임무 수행 가능 여부 판단 기술</li> </ul>
손상 적응/수리 기술	여유자유도 설계 및 고장 대응 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고장에 대비한 센서, 구동기, 전력 시스템, 임무 컴퓨터, 통신 시스템 다중화 최적 설계 기술</li> <li>• 센서 및 구동기에 대한 fail-safe 자율 운항/주행(항법, 유도, 제어) 기술</li> <li>• GPS 및 V2X 음영 지역 운용에서의 위험도 평가 및 음영지역 진출입 시 대응 기술</li> <li>• 연료/동력계통, 소모품, 바퀴, 프로펠러, 센서 등 고장 부품의 손상 수리/대응 기술</li> </ul>
	국소손상에 적응한 긴급 변형기동 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제어기 재구성을 통한 사고방지 및 지속적 임무 수행을 위한 고장 극복 기동 기술</li> <li>• 연료 및 배터리 고갈 시 비상 기동 및 착륙을 위한 경로계획 및 유도제어 기술</li> <li>• 센서 고장 시 재배치 또는 재구성을 통한 음영 지역 최소화 및 손실 정보 복원 기술</li> </ul>

## ○ 지능 협업

요소기술	세부기술	기술 명세
임무 분석 및 임무 분산 할당 기술	지능형 협업 및 분산 임무 할당 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다수/다종 무인이동체 특성을 고려한 지능형 협업 기술</li> <li>• 분산 임무 분석 및 분산 임무 설정/할당 방법론</li> <li>• 지능형 의사 결정 지원을 위한 협업 시스템 복합체의 온톨로지 기술</li> <li>• 학습 데이터 공유와 군집 지능을 활용한 난조건 비정형 환경 적응 협업 기술</li> <li>• 군집 구성원 간 임무 중복 할당과 누락 방지를 위한 합의 및 계획 동기화 기술</li> </ul>
	오류와 고장에 강건한 협업 네트워크 관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 임무 수행 불가 개체 특정 기술 및 역할 대체를 위한 임무 재구성 기술</li> <li>• 통신망 장애에 의한 협업 제한 조건하에서의 대응 기술</li> </ul>
다수 무인이동체 운용 기술	협동 임무중인 무인이동체 사이의 정보교환 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 협동 무인이동체간 저전력 고속 정보 교환 기술</li> <li>• 실시간 정보 교환과 센서 융합을 위한 데이터 처리 기술</li> </ul>
	분산컴퓨팅 시스템 기반 데이터 처리 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분산된 무인이동체의 연산 지원을 활용한 분산 컴퓨팅 기술</li> <li>• 무인이동체 간 협력을 통한 기계학습 및 영상처리 기술</li> </ul>
	자율적 협업을 통한 임무 수행 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지상/공중, 공중/수상/수중 무인이동체 협업을 통한 조난자 신속 탐색 기술</li> <li>• 대량 무인시스템 군집 운용(항법, 제어, 경로계획 등) 및 지원 기술</li> <li>• 대형 재난 대응을 위한 다종 무인이동체 운용 기법 및 MUM-T 기술</li> <li>• 모선-자선 개념에 기반한 무인이동체 협업 운용 기술</li> </ul>

### 4.1.3. 동력원 및 이동

#### 추진방향

- ◆ 운용시간 연장을 위한 다양한 상용 에너지 기술을 개발하여 무인 이동체에 최적화 개발
- ◆ 이차전지, 엔진·발전기 통합 등 하이브리드 시스템과 에너지 전달기술의 개발하여 무인이동체 운용효율 향상
- ◆ 무인이동체 임무의 다양화와 함께 요구되는 전기추진, 족형이동 등 이동장치와 특수작업이 가능한 작업장치 기술 개발

- 운용시간 연장을 위해 다양한 상용 에너지 기술\*을 무인이동체에 최적화하고, 3D 프린팅 등을 이용하여 소형화·경량화 연구 지원
  - \* 배터리(리튬-금속, 리튬-황, 전고체 이차전지), 엔진, 연료전지, 태양전지 등
- 무인이동체 안전성 확보를 위해 동력원 상태를 감시 및 진단, 조치할 수 있는 기술개발 필요
  - 무인이동체용 배터리 상태 예측 및 정밀제어 기술 등 온보드 기반의 안전성 확보 기술개발
- 한 종류의 동력원으로 다양한 임무 조건을 만족시키기 어렵기 때문에 이를 위한 하이브리드 동력원 융합연구 추진 필요
  - 중대형 플랫폼에 전기추진을 적용하기 위한(기존 내연기관) 분산추진시스템, 소형 플랫폼 성능 향상을 위한 프로펠러·휠 등 최적화 필요
- 중대형 무인이동체들이 전기 추진을 이용하는 방향으로 발전하고 있기 때문에 전기추진에 적합한 부품 및 분산추진시스템 개발 추진 필요
- 소형 무인이동체의 임무 중량과 임무 영역을 늘리기 위해서 플랫폼 형상에 최적화하여 개발되는 프로펠러 또는 휠 시스템 개발 필요
  - 전기추진, 족형, 휠 등 다양한 환경에서 효율적 이동할 수 있는

이동장치와 특수한 작업에 적합한 작업장치 개발

## 로드맵

<표 4-4> 동력원 및 이동 기술로드맵

핵심 기술	요소 기술	세부기술	비고	1단계(단기)		2단계(중기)			3단계(장기)		
				Y	+	+	+	+	+	+	+
동력원	고효율 스마트 엔진	소형 스마트 터빈엔진 개발	계속								
		3D 프린팅 기반 소형 스마트 터빈엔진 개발	국방 수요								
		지능형 소형엔진 자가진단 및 복구 기술	계속								
		극한환경 무인이동체 친환경 추진시스템 기술	계속								
		엔진 열회수를 이용한 잉여 전력 생산 기술	계속								
	차세대 발전기	하이브리드 전기추진용 고속 고출력 경량 발전모듈 개발 기술	계속								
		수소 하이브리드 및 폭발성환경 무인이동체용 방폭 발전모듈 개발 기술	계속								
		직병렬 엔진 하이브리드 전기추진 시스템 기술	계속								
	차세대 배터리	LiB용 고용량 상용 양극을 이용한 리튬금속전지 무인이동체 파워 팩 시스템	계속								
		리튬-황 이차전지 파우치 셀의 에너지밀도 향상을 위한 부품기술	계속								
		고율방전 전고체 이차전지 기술을 이용한 무인이동체 파워 팩 시스템	계속								
동력 시스템 구성	경량/고효율 연료전지	무인이동체 연료전지용 수소공급장치(수소발생기 및 저장기술)	계속								
		장시간 운용 무인이동체를 위한 연료전지 시스템 개발	계속								
		연료전지 동력원을 이용한 무인이동체 통합설계 기술	계속								
	태양전지	초경량 고효율 III-V 플렉시블 태양전지 기반 무인이동체용 동력원 개발	계속								
	하이브리드 동력시스템	무인이동체용 하이브리드 동력원시스템 설계 및 개발	계속								
		고효율 발전기 일체형 엔진시스템 기술	계속								
		전기추진 동력원 표준화	계속								
	온보드 에너지 관리	무인이동체용 배터리 상태 예측 및 정밀제어 기술	신규								
		무인이동체 규격/용도별 전원시스템 최적화 및 배터리 적정규모 산정	계속								
	에너지 전달 기술	충전스테이션, 모함-자함 구조에서의 에너지 전달 시스템 기술	신규								
		레이저를 이용한 무인이동체 무선 충전시스템 개발	계속								

핵심 기술	요소 기술	세부기술	비고	1단계(단기)		2단계(중기)			3단계(장기)		
				Y	+	+	+	+	+	+	+
이동 장치	차세대 전기 추진형 이동모 듈	기체 맞춤형 고효율/고속응답/경량 전기모터 및 에너지변환시스템 개발	신규								
		특수환경용 이동모듈 개발	신규								
		전기추진 이동장치 표준화	신규								
		추진모듈 제어기술	신규								
		환경적응 및 임무수행 효율 향상을 위한 저진동 시스템	계속								
	바퀴구동 및 족(足)형 이동 장치	인휠구동시스템을 채용한 족(足)형 구동장치	신규								
		전동 모듈형 Leg 구동기술	신규								
		유압 모듈형 Leg 구동기술	신규								
	신개념 추진장 치	승객 수송용 무인이동체용 Quiet Ducted Fan 기술	신규								
		수직이착륙 무인기용 고효율 분산전기추진형 추력시스템 기술	계속								
		스크류 프로펠러 없는 추진장치	신규								
		수중 승강이동을 위한 부력제어장치	신규								
		무인이동체용 분산 하이브리드 추진시스템 개발	신규								
작업 장치 기술	특수작업용 장 치 모듈	소형 무인이동체 장착 경량-고토크 작업용 작동기	계속								
		인공근육형 유연/경량/고출력 구동기 기반 소형 무인이동체용 초경량 작동기	계속								
		이동 중 표적의 포획과 릴리스가 가능한 장치 및 제어기술 개발	계속								
	이동보조기술	조종면 제어용 서보 액추에이터	신규								
		드론용 족형 차륜장치	신규								

## 세부기술명세

### ○ 동력원

요소기술	세부기술	기술 명세
고효율 스마트 엔진	소형 스마트 터빈엔진 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>3D 프린팅 기술 활용 등으로 고효율 경량 동력원 개발, 무인이동체 동력원 시스템의 경쟁력 향상을 위한 경량 소재 및 내열소재 등 첨단 소재 적용 고효율 스마트엔진 개발, 내환경성, 내구성 또한 기존엔진과 동등이상 성능 검증</li> </ul>
	지능형 소형엔진 자가진단 및 복구 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoT 기술, 센서 소형화/고성능화 기반 센서 네트워크 시스템, 엔진탑재형 상태감시장치, 무선 독립 데이터 저장장치로 구성되는 실시간 엔진 상태감시 및 진단 시스템 개발, 주기정비에 따른 추진시스템 운용성 저하 및 과도 예방정비를 방지할 수 있는 유지비용 절감 기술, 소형 강건 에너지 하베스트 또는 저전력 무선 센서장치 개발</li> </ul>
	극한환경 무인이동체 친환경 추진시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>재난대비, 통신중계, 기상, 감시정찰 등 중고고도에서 장기체공하는 무인기 수요에 대응하기 위한 엔진 및 전기엔진 시스템 개발, 국내자동차용디젤엔진기술 등을 활용한 고출력/고효율항공기용 수소연료 또는 heavyfuel엔진개발, 높은비출력엔진개발위해고효율항공용과급시스템기술개발포함. 내환경성, 내구성 성능검증</li> </ul>
	엔진 열회수를 이용한 잉여 전력 생산 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>특수목적용 중고고도 장기체공 무인기용 고효율 추진시스템 및 하이브리드 분산추진 동력원을 위해 배기열을 회수하여 잉여 전력을 생산하는 기술(잉여 전력 저장용 이차전지 제작기술 포함), 하이브리드 동력원 연계 고효율 전력생산 기반 엔진 기술 개발</li> </ul>
차세대 발전기	하이브리드 전기추진용 고속 고출력 경량 발전모듈 개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인기용 고속 엔진을 고려한 디스크형 ‘영구자석 발전기-발전제어기(PMU)’ 모듈 개발</li> <li>고장안정을 위한 3상 듀얼 발전기 구성</li> </ul>
	수소 하이브리드 및 폭발성환경 무인이동체용 방폭 발전모듈 개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>가스연료를 사용하는 환경 등에 이용될 경우, Zone-I에 사용가능하도록 EPL(Equipment Protection Level)-B등급 이상을 고려한 설계 및 제어기술 개발</li> <li>스타터-제너레이터 자동절환 기능</li> </ul>
	직병렬 엔진 하이브리드 전기추진 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>전기엔진 직-병렬 구성에 따른 고효율 발전 운전 기술</li> <li>전기엔진 시스템의 다이나모 및 에너지관리 시스템 HILS 개발</li> <li>이동수요 기반 발전 시스템 모의. 발전모듈의 기능 및 내구성 시험을 통한 신뢰성 향상</li> </ul>
차세대 배터리	LiB용 고용량 상용 양극을 이용한 리튬금속전지 무인이동체 파워 팩 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>리튬이온전지 성능향상, 특히 낮은 에너지밀도를 극복하기 위해 고니켈계 삼성분계 고용량 양극 개발과 적용이 안정하면서 고용량을 갖는 리튬금속 음극 개발, 리튬금속음극기반장수명/고율방전 특성을 겸비한 고에너지밀도셀 및 팩개발</li> </ul>
	리튬-황 이차전지 파우치 셀의 에너지밀도 향상을 위한 부품기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>높은 황 활용률(&gt; 60%) 및 높은 황 전극로딩량(&gt; 5 mg/cm<sup>2</sup>)을 가지는 고에너지 밀도 양극 기술을 개발,</li> <li>상용카본(그라파이트, 케周恩블랙, 슈퍼-피 등)을 이용한 고성능전극개발, 리튬폴리설파이드의 전해액 용해와 셜틀링을 조절하는 셀구조 및 소재기술, 젤폴리머 전해질 개발,</li> <li>리튬-황전지 무인이동체 탑재를 위한 전극 대면적화, 적층기술, 전해액 최적화 기술개발,</li> <li>리튬-황전지파우치설계 및 제조기술확보, 모듈/팩설계 및 제조 등</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
		배터리시스템을 개발하는 기술이 병행되어야 함
경량/고효율 연료전지	고을방전 전고체 이차전지 기술을 이용한 무인이동체 파워 팩 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 적용을 위한 전기화학적 안정성이 확보되고 리튬이온전도도가 우수한 전해질 기술 개발, 전고체 전해질과 전극간의 밀착 계면을 형성/유지하고 전기화학적 부반응을 억제하는 기술 개발을 통해 고안정성 셀 및 팩 개발</li> </ul>
	무인이동체 연료전지용 수소공급장치(수소발생기 및 저장기술)	<ul style="list-style-type: none"> <li>연료전지 무인이동체 적용을 위한 운용 중 수소저장/발생/공급기술 개발, 무인이동체 운용특성 고려 수소공급장치 장착 형태 및 방식 최적화 기술, 순수한 수소를 저장/사용하는 수소저장기술과 화학수소화물(chemical hydride) 기반 수소 저장/발생 기술 개발</li> </ul>
	장시간 운용 무인이동체를 위한 연료전지 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>항공우주용 발전모듈에 적용하기 위한 태양광, 수소에너지 및 연료전지, (리튬)이차전지 기술을 융합한 하이브리드 에너지원 개발, 기상관측 장기체공무인비행체용 에너지융합기술개발</li> </ul>
태양전지	초경량 고효율 III-V 플렉시블 태양전지 기반 무인이동체용 동력원 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>고고도 장기체공 무인비행체용 친환경적이고 긴 수명을 갖는 초경량 고효율 태양전지 동력원 개발, 단위무게당 출력 1000 W/Kg 이상, 단위면적당 출력 250 W/m<sup>2</sup>의 효율 30% 이상의 대면적 플렉시블 다중접합 태양전지 기술 개발</li> </ul>

## ○ 동력 시스템 구성

요소기술	세부기술	기술 명세
하이브리드 동력시스템 설계기술	무인이동체용 하이브리드 동력원시스템 설계 및 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 출력과 운용시간 증대를 통한 다양한 임무를 수행하기 위해 이차전지+엔진+발전기+신재생에너지 융합한 하이브리드 동력원 기술개발</li> </ul>
	고효율 발전기일체형 엔진시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>전기동력 무인비행체용 엔진과 발전기를 통합 경량화해서 중량을 줄이고 효율을 향상시킨 엔진-발전기일체형 전기엔진 개발,</li> <li>기체적용에 부합하는 내환경성, 내구성 성능검증</li> </ul>
	전기추진 동력원 표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>전기추진 동력원 핵심부품의 표준화 기술 개발,</li> <li>엔진, 발전기, PMU, 배터리 등에 대한 기체별 기본감항인증에 준하는 환경조건 및 성능조건 시험에 대한 표준화</li> </ul>
온보드 에너지 관리 기술	무인이동체용 배터리 상태 예측 및 정밀제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형무인기의 운용시간 연장을 위하여 한정된 이차전지 용량을 최대한 이용하기 위해 SOC, SOH, SOP 예측 알고리즘을 개발하고 실시간 모니터링을 통하여 정밀한 정확도로 배터리 잔존 에너지를 산정하는 기술 개발</li> </ul>
	무인이동체 규격/용도별 전원시스템 최적화 및 배터리 적정규모 산정	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 규격과 임무형상에 따라 그 임무를 수행할 수 있는 최적의 동력원과 운용시간, 특성 등의 자료를 제공하고 개략도를 제공해 줄 수 있는 기술 개발, 임무수행 중 수시로 전원시스템 상태감시 및 상황적응형 운용로직 제공</li> </ul>
에너지 전달 기술	충전스테이션, 모함-차함 구조에서의 에너지 전달 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양에서 장기 운용이 가능한 무인 이동체의 에너지 수급 및 에너지 전달 시스템을 개발함</li> <li>무인 이동체간 협조 체계를 구축하여 에너지를 운반하는 수상 무인 이동체가 정찰 임무를 수행하는 수중 무인 이동체에 도킹을 통한 에너지 전달</li> <li>이를 통해 해양 무인 이동체 장기 운용을 위한 수상 무인이동체와</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
		수중 무인이동체간 로봇 선단 구축 기반 기술에 활용 될 수 있음
	레이저를 이용한 무인이동체 무선 충전시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>자기공명방식 또는 레이저에 의한 원격 전력전송을 통한 무인기용 무선에너지 전송기술 개발, 레이저 전력전송을 위한 고효율 광전변환 수신기 기술, 원격추적 및 조준기술 등 핵심 요소기술 개발. (kW급 광섬유 레이저 기술과 원격추적 기술은 국내에 어느 정도 확보되어 있음)</li> </ul>

## ○ 이동 장치

요소기술	세부기술	기술 명세
차세대 전기 추진형 이동모듈	기체 맞춤형 고효율/고속응답/경량 전기모터 및 에너지변환시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>멀티콥터, mini-UAV, 틸트로터 수직이착륙 UAV, Hover-Board, PAV 등 각각의 시스템에 적합한 고효율, 고신뢰성 전기모터, 제어기 및 프로펠러를 모듈 단위로 개발 (모듈단위 : 모터+제어기+프로펠러), 기체적용에 부합하는 내환경성, 내구성 성능 검증</li> </ul>
	특수환경용 이동모듈 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>특수환경 무인기용 방수/방폭 전동모듈 개발, 무인시스템 효율운전을 위한 프롭정렬 기능을 갖춘 전동모듈개발</li> </ul>
	전기추진 이동장치 표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>전기추진 이동장치 핵심부품의 표준화 기술 개발, 전동기, 제어기, 프로펠러등에 대한 기체별 기본감정인증에 준하는 환경조건 및 성능조건시험에 대한 표준화</li> </ul>
	추진모듈 제어기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>다상 제어, 상태 모니터링 및 Fault 발생 시 대체 제어 기술(Fault Control)</li> </ul>
	환경적응 및 임무수행 효율 향상을 위한 저진동 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 운용상황에서 최적임무수행을 위한 적응형 진동저감 시스템 개발 (특히 수중 무인이동체)</li> <li>무인이동체 운용 환경에 적용 가능한 광대역 작동기 및 임베디드 시스템개발</li> <li>운용 환경 변화 감지 및 적응 제어 알고리즘 개발</li> </ul>
바퀴구동 및 족(足)형 이동장치	인휠구동시스템을 채용한 족(足)형 구동장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>보스톤다이나믹스의 Handle처럼, Leg형 구동장치에 인휠바퀴를 채용한 시스템에 최적화된 Leg와 인휠바퀴에 대한 구조 설계 및 전동모듈 개발</li> </ul>
	전동 모듈형 Leg 구동기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>2족보행, 4족보행 및 다족보행 무인이동체를 구현을 위한 호환성이 높은 제어통신-구동기 일체형 전동 스마트 Leg를 모듈 개발</li> <li>전기 모터-기어-엔코더-드라이버로 이어지는 모듈형 다리 구동기를 출력단에 연결한 모듈형 다리 구동기술</li> <li>전기 모터를 활용한 구동기의 경우 빠른 응답속도와 시스템 통합과정의 간소화, 경량화에 장점을 가짐.</li> </ul>
	유압 모듈형 Leg 구동기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>2족보행, 4족보행 및 다족보행 무인이동체를 구현을 위한 호환성이 높은 제어통신-구동기 일체형 유압 스마트 Leg를 모듈 개발</li> <li>유압 구동기를 활용한 다리구동 기술</li> <li>유압 구동기의 경우 강한 힘 전달에 장점을 가짐.</li> </ul>
신개념 추진장치	승객 수송용 무인이동체용 Quiet Ducted Fan 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>도심지역 비행 및 정숙성 향상을 위한 필요한 다양한 기체에 적용 가능한 범용 핵심 기술로 저소음 Ducted Fan 추진시스템 개발</li> </ul>
	수직이착륙 무인기용 고효율 분산전기추진형 추력시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>수직이착륙 분산전기추진시스템 관련 원천기술을 개발하여 축소기술시현기(SVD, Subscale Vehicle Demonstrator)로 기술 검증</li> <li>단일 추력시스템을 여러 형태로 조합함으로써 다양한 무인기에</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
		<p>적용 가능하도록 모듈화하여 비행체 크기에 상관없는 추력시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>인구밀집 도심운용 활성화를 위한 친환경 저소음 분산추력시스템 개발</li> <li>전기모터에 최적화된 고효율 추력시스템 개발 및 구동모터 고장에도 비행안전성 확보를 위한 분산추력시스템의 추력 안정화 기술</li> </ul>
	스크류 프로펠러 없는 추진장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>선박에 사용되는 스크류 프로펠러는 캐비테이션 문제와, 그물등에 스크류 프로펠러가 감기는 문제 있음.</li> <li>쾌속정이 최고속도 60노트를 넘지 못하는 이유는 스크류 프로펠러의 고속회전시 발생하는 캐비테이션 문제때문임.</li> <li>디스크 경계면 견인효과 추진장치 개발로 극복이 가능함.</li> </ul>
	수중 승강이동을 위한 부력제어장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중무인이동체의 신속한 잠수 및 부상 제어를 위한 고성능 부력제어시스템</li> <li>심도변화에 개인한 경량구조, 고속고토크 구동모터, 고성능 저소음 펌프시스템 등이 일체화되는 시스템</li> <li>운항심도, 소요부력량에 대한 활용성</li> <li>플랫폼제어기와 연동에 따른 실시간 제어성 확보</li> </ul>
	무인이동체용 분산 하이브리드 추진시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>높은 신뢰성과 안전성을 확보하여 미래형 유/무인 비행체 추진시스템으로 적용할 수 있는 친환경 터보-제너레이터 분산추진시스템 개발,</li> <li>고효율/경량가스터빈-발전기일체형터보-제너레이터엔진개발,</li> <li>발전기-배터리팩연동디지털 제어식 통합동력제어 시스템개발,</li> <li>비행체 통합시스템 제작 및 지상통합 시험/비행시험을 통한 성능 검증</li> </ul>

## ○ 작업 장치

요소기술	세부기술	기술 명세
특수 작업용 장치 모듈	소형 무인이동체 장착 경량-고토크 작업용 작동기	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 무인기에 장착하여 현장에서 실시간 작업을 수행할 수 있도록 경량소재를 이용하고 고토크 모터를 장착한 매니퓰레이터 개발 기술</li> </ul>
	인공근육형 유연/경량/고출력 구동기 기반 소형 무인이동체용 초경량 작동기	<ul style="list-style-type: none"> <li>작업능력 향상을 위해 인간근육에 비해 수십 배 이상의 파워 밀도와 변위로 구동이 가능하며, 소음이 없는 인공근육형 유연/저소음 구동기를 개발하고 이를 적용한 소형 무인이동체용 초경량 작동기를 개발</li> </ul>
	이동 중 표적의 포획과 릴리스가 가능한 장치 및 제어기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>매니퓰레이터를 이용한 포획 장치는 현재 대부분 목표물의 크기가 무인기 동체 하부 단면적에 한정되어 있기 때문에 임무영역 확장을 위한 목표물 부피와 형태에 구애받지 않는 전개형 포획장치 개발</li> </ul>
이동 보조 기술	조종면 제어용 서보 액추에이터	<ul style="list-style-type: none"> <li>redundant 기능을 확보하여 기체의 안정성을 높이고, 높은 온도변화(극저온) 및 압력변화(높은 수중 압력)에도 요구성능을 만족할 수 있는 Servo actuator 기술 개발</li> </ul>
	드론용 족형 착륙장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>선박 위 이착륙 드론의 경우 높은 파고의 상황에서 불안정한 착륙으로 인한 시스템 손상이 예전</li> <li>착지 위치의 환경을 인식하여 지면에 적응하여 착지할 수 있도록 족형 랜딩 기어를 개발</li> <li>랜딩 기어 말단에 힘 센서를 부착, 순응 제어를 활용하여 안정된 착지를 목표</li> </ul>

#### 4.1.4. 통신 및 네트워크

##### 추진방향

- ◆ 5G와 수중 통신 기술 등 차세대 원천기술 및 재밍기술 개발과 함께 제도 개선 병행 추진 필요
- ◆ 기술 개발과 동시에 주파수 분배, 통신 표준화등 정책적 뒷받침 필요

- 전파 혼선 등 무인이동체 활용을 저해하는 장애요소를 극복하고, 운용 영역 확장을 위한 통신 및 네트워크 기술개발 중점 지원 필요
- 통신 인프라 없이도 무인이동체 간 정보교환이 가능한 애드혹 네트워크 기술(FANET) 등 다수·다종 무인이동체 사이의 협업을 위한 원천기술 개발 필요
  - 다수·다종 무인이동체 협업을 위해 통신 인프라 없이도 무인이동체간 정보교환이 가능한 애드혹 네트워크 기술 등 개발로 활용범위 확대
- 민간 영역으로 무인이동체를 확산하기 위해 제어 데이터 및 영상 통신 암호화, 데이터 해킹 등 부작용 및 불법행위 방지를 위한 보안체계 구축 필요

## 로드맵

<표 4-5> 통신 및 네트워크 기술로드맵

핵심 기술	요소 기술	세부기술	비고	1단계(단기)			2단계(중기)			3단계(장기)			
				Y	+	+	3	4	5	+	7	8	+
통신 미디어	전파통신기술	3차원 채널환경을 고려한 무선통신 기술 개발	신규										
		다수 무인이동체 동시 지원을 위한 무선통신 기술 개발	계속										
		무인이동체용 최적화안테나 기술 개발	계속										
		무인이동체용 소형·경량 위성통신 시스템 기술 개발	계속										
	수중통신기술	수중 음향파 기반의 통신 대역폭 및 통신 속도 향상을 위한 수중 무선통신 기술 개발	계속										
		수상·수중 무인이동체 간의 협력제어를 위한 수중 광 무선통신 기술 개발	신규										
	광통신기술	무인이동체용 가시광무선통신 (Visible Light Communications) 기술 개발	계속										
		무인이동체용 광 무선통신 (Free Space Options Communications) 기술 개발	계속										
네트워크 통신	애드혹네트워크기술	다수·다종 무인이동체의 연계를 고려하는 FANET(flying ad hoc network) 고도화 기술 개발	계속										
	인프라 네트워크 기술	상용 이동통신 기반의 무인이동체 실시간, 고신뢰 제어 및 서비스 네트워크 기술 개발	계속										
		다수·다종 무인이동체 기반의 효율적인 협업 운용을 위한 통합 네트워크 기술 개발	계속										
		무인이동체 기반의 통신 중계 기술 개발	계속										
	통신 및 네트워크 보안 기술	무인이동체용 사이버보안 솔루션 기술 개발	신규										
		무인이동체용 양자보안 기술 개발	신규										
		무인이동체 인증 및 키 관리 기술	국방 수요										
통신 보안	재밍 스푸핑 방지 기술	무인이동체 제어용 통신에 대한 항재밍 통신 기술 개발	계속										
		안전사고 방지 및 무허가 무인이동체 예방을 위한 초소형 다중 재밍 기술 개발	계속										

## 세부기술명세

### ○ 통신 미디어

요소기술	세부기술	기술 명세
전파 통신 기술	3차원 채널환경을 고려한 무선통신 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체를 고려한 3차원 채널 측정 및 채널 모델</li> <li>• 무인이동체 채널 모델에 최적인 제어용 및 임무용 전송기술</li> <li>• 무인이동체 통신환경을 고려한 다중 접속 기술</li> <li>• 무인이동체 전파통신 재밍 혹은 간섭신호를 고려한 전송기술</li> <li>• 통신링크에 대한 물리계층 보안기술</li> </ul>
	다수 무인이동체 동시 지원을 위한 무선통신 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체의 다양한 주파수 대역 및 가변 대역폭을 지원할 수 있는 호환성, 확장성이 우수한 무선 송수신 모뎀</li> <li>• 고속 이동 환경에서 발생하는 문제를 해결할 수 있는 전송 기술</li> <li>• 스펙트럼 확산 기술 등을 이용하여 무인이동체 제어거리 증대와 다중접속이 가능한 비면허 대역 이용 무인이동체 무선통신 기술</li> </ul>
	무인이동체용 최적화 안테나 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체 탑재용 GaN 기반 TR모듈 및 RF 송수신기 기술</li> <li>• X-Band 및 Ku-Band를 받을 수 있는 일체형 평판 구조를 가진 다대역 안테나 기술</li> <li>• 무인이동체 회전체를 이용한 다중대역 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 안테나 기술</li> <li>• 외부환경에 강건하며, 다중대역에 동작하는 스마트스킨 안테나 기술</li> <li>• 무인이동체 제어/임무 통신 및 전파 센서용 소형(compact)안테나 기술</li> <li>• 안테나 무게와 파워 소모를 줄이기 위해 trackable 방향성 안테나 기술</li> <li>• Spatial Modulation(SM) 기술을 적용한 무인이동체용 다중안테나 기술</li> <li>• 소형 메타재질 배열안테나 기술</li> </ul>
	무인이동체용 소형·경량 위성통신 시스템 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체 제어 데이터 교환 및 임무 데이터 전송을 위한 위성통신 기술 및 무인이동체 탑재용 소형·경량 위성통신 단말 기술</li> <li>• 적응형 가변전송속도(AMC, Adaptive Modulation and Coding) 지원 위성통신 모뎀</li> <li>• 위성향 빔트레킹용 소프트웨어 및 Ka band RF 인터페이스 기술</li> </ul>
수중통신 기술	수중 음향파 기반의 통신 대역폭 및 통신 속도 향상을 위한 수중 무선통신 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중 음향파를 이용하여 제어신호, 임무 데이터 전송 기술</li> <li>• 수중에서의 통신거리 증대와 통신속도 향상 및 전송 지연 개선 기술</li> <li>• 수중 음향파 통신 기반 이기종 네트워킹 기술, 육상 및 해상에서의 원격 관제 기술, IoT(Internet of Underwater Things : 기술 등 수중음파 통신 모뎀을 연동하여 다양한 응용별로 활용할 수 있는 기술</li> </ul>
	수상·수중 무인이동체간의 협력제어를 위한 수중 광 무선통신 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중 투과율 특성이 가장 높은 청색 LED 와 Laser를 이용한 수중채널 광 무선통신 기술</li> <li>• 이동성이 있는 USV와 AUV의 협력제어를 위해 수중에서 화상데이터를 포함하는 대용량 수집데이터 및 다양한 실시간 제어 신호를 짧은 시간 내에 전송할 수 있는 수중·수상·이동체 간 혹은 수중·수중·이동체 간의 고속통신 네트워크 구축 기술</li> <li>• 수중 투과율 특성이 가장 높은 450nm파장의 청색 레이저를 사용하여 우리나라 실해역의 평균 탁도값인 5NTU의 수중에서 최대 5Mbps의 통신속도로 30M 까지 통신 가능한 수중통신 시스템</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
광통신 기술	무인이동체용 가시광무선통신 (Visible Light Communications) 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하 공간, 터널, 상하수도, 실내등 통신 난 환경을 고려한 무인이동체용 가시광무선통신 기술</li> <li>가시광 송·수신 PHY 기술</li> <li>유무선 연동 관제 연결형 가시광무선통신 게이트웨이</li> </ul>
	무인이동체용 광 무선통신 (Free Space Optics Communications) 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 임무 환경에서 무인이동체의 활용도를 높이기 위한 무인이동체 광대역 광 무선통신(FSO) 기술</li> <li>다양한 파장에 대한 대기 전파 분석 기술 및 대기 감쇠 경감 기술</li> <li>Gbps급의 대역폭을 지원하는 무인이동체용 레이저통신 기술</li> <li>FSO(Free Space Optics)링크 유지를 위한 초정밀 포인팅 및 추적 기술</li> <li>FSO(Free Space Optics)단말 정렬 위치 제어용 마이크로 컨트롤러 기술</li> <li>송수신기 정렬을 위한 기계적 짐벌 설계</li> <li>MEMS 2축 빔 조향 거울을 이용한 빔 조향송신기 설계</li> </ul>

## ○ 네트워크 통신

요소기술	세부기술	기술 명세
애드혹 네트워크 기술	다수·다종 무인이동체의 연계를 고려하는 FANET(flying ad hoc network) 고도화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>다수·다종 무인이동체에 동시 적용 가능한 저전력, 저지연, 자동 조직, 자동 fault 복구가 가능한 무인이동체용 N-N 통신 기술</li> <li>다수·다종 무인이동체 간의 D2D(Device to Device) 통신 기술 기반의 신뢰성 높은 통신을 제공할 수 있는 애드혹 라우팅 프로토콜 기술</li> <li>자율군집비행 지원을 위해 무인이동체 간의 분산 형 통신을 지원하는 기술과 통신망을 이용한 상대 위치를 추정하는 기술</li> </ul>
인프라 네트워크 기술 광통신 기술	상용 이동통신 기반의 무인이동체 실시간, 고신뢰 제어 및 서비스 네트워크 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>차세대 무인이동체 운영환경에서 초저지연, 고신뢰성 통신 환경을 지원하기 위한 차세대 상용 이동통신 기반 무인이동체 통신 및 네트워크 기술</li> <li>Massive 무인이동체 운영환경에서 초저지연 (10msec 이내), 고신뢰성 통신 환경을 지원하기 위한 차세대 상용 이동통신 기반 무인이동체 통신 및 네트워크 기술 개발</li> <li>차세대 상용 이동통신 기반 무인이동체 통신 기술 검증 인프라 기술</li> </ul>
	다수·다종 무인이동체 기반의 효율적인 협업 운용을 위한 통합 네트워크 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>다수·다종 무인이동체의 연계를 고려하는 무인이동체 간 고도의 협업을 지원하기 위해 다중 통신망 상호접속 및 핸드오버 기술, 트래픽 제어 및 라우팅 구성 기술을 포함하며, 무인이동체의 미션, 상태, 제어에 대한 통합적 통신망 지원을 위한 통합 네트워크 관리 기술</li> <li>다수 무인이동체가 실시간 변화하는 복잡한 임무 협력 수행 환경에서 무인이동체-지상 IoT 인프라 연동을 통해 무인이동체 실시간 임무처리 및 협력 제어 기술</li> <li>무인이동체와 위성-지상망의 고효율 저지연 연동을 위해 필요한 기술인, 위성-무인이동체-지상망 교차 계층 자원 배분 및 이기종 프로토콜을 개발하고, 복합 연동망의 M2M 및 IoT 활용 특성에 맞는 망 접속 및 플로우 제어 기술</li> </ul>
무인이동체 기반의 통신 중계 기술 개발		<ul style="list-style-type: none"> <li>작성 중 통신 영역 확장, 음영지역 해소 및 다수·다종무인이동체 협업을 위한 다중 통신망 상호접속 및 핸드오버 기술, 트래픽 제어 및 라우팅 구성 기술 등 무인이동체의 임무, 상태, 제어에 대한 통합적 통신망 지원을 위한 통합 네트워크 관리 기술</li> <li>무인이동체 제어용/임무용 지상 무선통신 리피터 기술</li> </ul>

## ○ 통신 보안

요소기술	세부기술	기술 명세
통신 및 네트워크 보안 기술	무인이동체용 사이버보안 솔루션 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 탑재용 통신보안 단말장치, 무인이동체 탑재용 무인이동체 인증 기술, 무인이동체 제어용·임무용 데이터 보안 기술, 무인이동체내의 비정상 프로그램 동작 방지를 위한 보안 플랫폼 기술, 각종 무인이동체 통합 식별코드 관리 및 사용자 인증 기술, 무인이동체 운영 시 프라이버시 보호가 가능한 정보보호 기술, 무인이동체 기반의 서비스 제공을 위한 서비스 보안 기술</li> </ul>
	무인이동체용 양자보안 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체용 양자내성암호(PQC) 기반 보안 인프라 기술, 양자난수 기반 제어명령 보호 기술 및 암복호화 하드웨어 제작기술, 무인이동체용 양자암호통신 기술, 무인이동체용 양자 키분배 기술</li> </ul>
재밍 스피핑 방지 기술	무인이동체 제어용 통신에 대한 항재밍 통신 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 통신신호 재밍에 대응할 수 있는 항재밍 기술</li> <li>협대역 재밍신호, 광대역 재밍신호에 대응하는 기술</li> <li>다중안테나를 이용한 빔/널 제어를 통해 재밍신호에 대응하는 기술</li> </ul>
	안전사고 방지 및 무허가 무인이동체 예방을 위한 초소형 다중 재밍 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>불법 무인이동체의 통신신호를 실시간 탐지하여 재밍을 통해 통신을 방해하여 침입을 방지하는 기술</li> <li>협대역, 광대역, 주파수 도약 신호에 대해 실시간 reactive 통신신호 재밍 기술</li> <li>소형 무인이동체 인지 센서 모듈 및 능동형 초소형 다중 재밍 기술</li> </ul>

#### 4.1.5. 시스템통합

##### 추진방향

- ◆ 자율지능 무인이동체는 협업과 불확실성, 다품종 소량생산 등의 특징으로 이에 적합한 체계 개발 필요
- ◆ 무인이동체 고성능 임무 수행 요구가 증가함에 따라 충돌 회피, 객체 추적과 같은 다양한 모듈이 동시에 원활하게 동작할 수 있도록 고성능 OS 개발 필요
- ◆ 복합재료를 이용한 모핑 기술 및 3D 프린팅기술과 같이 무인이동체에 적용하였을 경우에 기동성과 운용 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있는 기술 개발 필요

- 무인이동체 자율지능화에 따른 시스템엔지니어링 기술, 임무분석 및 요구도 수립 기술, 서브시스템, 시험평가 및 인증기술, 운용기술 개발
  - 자율지능이 강화된 시스템을 위해 최적화된 체계 공학 절차를 수립하고, 다품종·소량생산 시스템에 적합한 유연한 개발·검증 절차 수립하여 개발체계 최적화
  - 요구도 개발부터 설계, 각종 시험평가에 이르는 전 과정을 대상으로 표준화된 데이터 형태로 정리할 수 있는 근거 축적 툴을 개발하여 개발체계 효율화
- 무인이동체 시스템을 둘러싼 운용환경의 변화와 요구사항 변화를 고려한 추가 연구 필요
  - 무인이동체 임무 고도화에 따라 임무 수행시 다양한 모듈이 통합적으로 작동할 수 있는 고성능 OS를 개발
  - 4K Camera, 3D lidar, 멀티스펙트럴 카메라 같은 대용량 센서 데이터가 생성되는 임무 장비를 제어하고 획득되는 대용량 센서 데이터 처리 시 손실없는 신뢰성에 관한 연구

- 운용환경 변화에 따른 응용소프트웨어 개발을 위해 공통 API 및 SDK, 응용소프트웨어 사전 검증 기술과 시뮬레이션 기술, 사용자 편의성을 고려한 개발 도구 개발 필요
- 가볍고 기계적 성능이 우수한 소재 도입 및 3D프린팅 기술에 맞는 최적설계 기술과 제작 중 발생하는 결함검출 기술 필요
- 오리가미 기반 전개형 구조기술, 이종 섬유 직물 기반 다기능 복합재료 구조체 등을 개발하여 경량형 우수 소재를 개발하여 무인 이동체 적용
- 무인이동체 검사연계 제작공정 최적화 기술과 운영 중 자율진단 기술을 개발하여 무인이동체 진단체계 자율·최적화
- 연속섬유 복합재 소재 등 가볍고 기계적 성능이 우수한 소재의 도입하여, 3D프린팅 기술에 맞는 최적설계 기술과 제작 중 발생하는 결함을 검출하고, 최소화하는 기술 개발

## 로드맵

<표 4-6> 시스템통합 개발체계 기술로드맵

핵심 기술	요소 기술	세부기술	비고	1단계(단기)			2단계(중기)			3단계(장기)		
				Y	+	+	3	4	5	6	7	8
개발 체계	자율지능 무인 이동체 시스템 엔지니어링 기 술	자율지능 무인이동체 개발을 위한 개발 프로세스 정립 및 최적 체계공학 절차 수립	신규									
	자율지능 무인 이동체 임무분 석, 요구도 수 립 기술	미래형 자율지능 무인이동체 요구도 분석툴 개발	계속									
		인간-시스템간 역할을 고려한 운용개념(ConOps) 도출 기술	계속									
	자율지능 무인 이동체 시스템 수준 설계 기 술	자율지능 무인이동체 시스템 알고리즘 개발	신규									
	자율지능 무인 이동체 서브시 스템 설계, 해 석, 시뮬레이 션, 통합 실증	가상공간에서 시뮬레이션을 이용한 DB 구축 및 기계학습을 통한 성능 향상 설계	계속									
	자율지능 무인 이동체 시험평 가 및 인증	자율지능 무인이동체 시험평가 지표 도출 및 시험평가 절차/기술 개발	계속									
		가상환경 기반 자율지능 무인이동체 시험평가 기술	계속									
		자율지능 무인이동체 인증 절차 및 기준 개발	계속									
		다수 이종 무인이동체 협업 시스템의 인증 기법 개발	계속									
	운용	가상/증강현실 기반 조종/정비훈련 시스템 개발	계속									

<표 4-7> 시스템통합 소프트웨어체계 기술로드맵

핵심 기술	요소 기술	세부기술	비고	1단계(단기)			2단계(중기)			3단계(장기)		
				Y	+	+	+	+	+	+	+	+
소프트웨어 체계	무인이동체 소프트웨어 플랫폼 기술	무인이동체 안전운용을 위한 OS 기술	계속									
		무인이동체 컴퓨팅을 위한 보안성이 강화된 파티셔닝 기반 고신뢰 소프트웨어 플랫폼	신규									
		무인이동체 응용을 위한 고성능 OS 기술	계속									
		무인이동체 운용을 위한 미들웨어 기술	계속									
		무인이동체 소프트웨어 플랫폼을 위한 보안 기술	계속									
		무인이동체 내외부 통신 및 메시지 처리 기능의 취약점 탐지 및 안전성 검사	신규									
		무인이동체 소프트웨어 아키텍처 기술	계속									
		무인이동체 제어컴퓨터-임무컴퓨터 간 실시간 연동 서비스 지원 통합 SW 플랫폼 기술	신규									
		무인이동체 응용을 위한 고성능/신뢰성 오픈 플랫폼 기반 OS 기술	국방 수요									
무인체계	무인이동체 응용소프트웨어 개발 지원 기술	무인이동체 응용 SDK 기술	계속									
		응용소프트웨어 검증 및 시험 기술	계속									
		지속적 통합 시스템과 연동 가능한 HILS 통합 시스템 검증 기술	신규									
		무인이동체 시뮬레이션 기술	계속									
		무인이동체 모의 환경 구축을 위한 실시간 물리 환경 시뮬레이션 플랫폼	신규									
		무인이동체 응용소프트웨어 개발도구 기술	계속									

<표 4-8> 시스템통합 하드웨어체계 기술로드맵

핵심 기술	요소 기술	세부기술	비고	1단계(단기)			2단계(중기)			3단계(장기)		
				Y	+	+	+	+	+	+	+	+
하드 웨어 체계	다기능구조	구조 일체형 전자 기술	계속									
		전자부품 일체형 구조	계속									
		안테나 일체형 구조	계속									
		센서 및 작동기 일체형 구조	계속									
	신개념 재료/ 구조	대변형 복합재료 기술	계속									
		모핑 기술	계속									
		생체모방형 무인이동체 구조 기술	계속									
		오리가미 기반 전개형 구조 기술	신규									
		이종 섬유 직물 기반 다기능 복합재료 구조체	신규									
	자율진단	검사연계 공정 최적화 기술	신규									
		운영 중 자율진단	신규									
	맞춤형 제작기 술	복합재 3D 프린팅 기반 one-click 소형드론 일체형 대량생산 기술	신규									
		Out-of-oven 성형 In-air 평가 기반 대형 드론구조 제작 기술	신규									
		샌드 3D 프린팅 몰드 기반 무인이동체 복합재 구조 제작 기술	신규									

## 세부기술명세

### ○ 개발체계 기술

요소기술	세부기술	기술 명세
자율지능 무인이동체 시스템 엔지니어링 기술	자율지능 무인이동체 개발을 위한 개발 프로세스 정립 및 최적 체계공학 절차 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 육·해·공 무인이동체 체계 개발 과정과 차세대 자율지능 무인이동체의 개발 과정의 차이점 및 변화가 필요한 요소 도출</li> <li>자율지능 무인이동체 개발을 위한 단계별 프로세스 상세화 및 상관관계 정의</li> <li>자율지능 무인이동체 포트폴리오 개발 및 관리</li> <li>자율지능 무인이동체 복합시스템 통합표준아키텍처 개발</li> <li>자율지능 무인이동체 복합시스템 기술효과분석 프레임워크 개발</li> </ul>
자율지능 무인이동체 임무분석, 요구도 수립 기술	미래형 자율지능 무인이동체 요구도 분석툴 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용자 요구도의 정량적 분석 및 요구 조건에 따라 적용 가능한 설계 기준 제시를 위한 지표 개발</li> <li>사용자 요구도의 공학적 표현 기능 및 분석</li> <li>사용자 요구도의 단계별 자동 추적</li> <li>사회/기술적 변화 및 이해당사자 간의 개발 요구도 필터링 기술</li> </ul>
	인간-시스템간 역할을 고려한 운용개념(ConOps) 도출 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용자 요구도 분석을 통한 인간-시스템 간 역할 분배 기술</li> <li>자율지능 수준에 따른 인간-시스템 간 역할 분배 기술</li> <li>시스템-시스템 간의 적정 자율화 수준 고려</li> <li>역할 분배 결과를 활용한 운용개념(ConOps) 도출 기술</li> </ul>
자율지능 무인이동체 시스템 수준 설계 기술	자율지능 무인이동체 시스템 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>육·해·공 이종 다수 무인이동체로 구성된 대형 복합 시스템에 대해 임무 최적화를 위한 창의적 무인이동체 시스템 구현을 위해 시스템 알고리즘 개발</li> <li>무인이동체 시스템 플랫폼, 환경, 운용, 비용에 대한 종합적 분석</li> <li>방대한 설계공간을 효율적이고 신뢰성 높게 분석하기 위한 물리기반 알고리즘 개발</li> </ul>
자율지능 무인이동체 서브시스템 설계, 해석, 시뮬레이션, 통합 실증	가상공간에서 시뮬레이션을 이용한 DB 구축 및 기계학습을 통한 성능 향상 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>신뢰성 높은 가상공간 구현 기술</li> <li>시뮬레이션을 통한 무인이동체 성능자료 획득</li> <li>시뮬레이션 결과로 구축된 대규모 데이터베이스를 이용한 기계학습 수행 및 이를 설계에 반영한 성능 최적화 및 불확실성 요소 감소 기법</li> <li>무인이동체 정밀 행동 모사를 위한 모델링 기법</li> <li>무인이동체 행동 환경 모사를 위한 그래픽 엔진</li> <li>기계학습 결과를 설계에 반영하기 위한 프로세스 개발</li> </ul>
자율지능 무인이동체 시험평가 및 인증	자율지능 무인이동체 시스템 시험평가 지표 도출 및 시험평가 절차/기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>운용환경 및 형상·크기·중량 등이 상이한 무인이동체의 기능 및 성능을 정량적으로 평가하기 위한 시험평가 지표 정의</li> <li>다양한 무인이동체에 공통으로 적용 가능한 평가 프로세스 정립</li> <li>개별 무인이동체 특성을 반영한 개별 평가 프로세스 정립</li> <li>개별 무인이동체 특성을 고려하여 부품·부체계·체계 단계에서의 정량적·반복적 시험평가 환경 구축 및 결과 분석을 위한 시설·장비 구축</li> </ul>
	가상환경 기반 자율지능 무인이동체 시험평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계·개발 단계에서 구축한 시뮬레이션 기술을 시험평가로 확장</li> <li>가상환경용 시험 기체, 소프트웨어, 하드웨어를 통합한 시뮬레이션 기반 시험평가 기술 개발</li> </ul>
	자율지능 무인이동체 인증	<ul style="list-style-type: none"> <li>스스로 결정하고 행동하는 자율지능 무인이동체의 다양하고</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
	절차 및 기준 개발	<p>예측 불가능한 판단 및 행동에 대한 안전성 확보를 위한 인증 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>자율지능 무인이동체가 인간에 위해요소로 작용하지 않도록 윤리성이 고려된 인증 기준 수립</li> </ul>
	다수 이종 무인이동체 협업 시스템의 인증 기법 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>단일 시스템 또는 기존 시스템과 공동으로 운용하기 위한 적절한 인증 절차와 기준 필요</li> <li>다수 이종 무인이동체가 협업하는 시스템에 대한 인증 기법 개발</li> </ul>
운용	가상/증강현실 기반 조종/정비훈련 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율지능 무인이동체 시스템의 복잡성과 자율성, 복합협업임무특성을 고려한 시뮬레이터 기반의 조종 및 정비훈련 기술</li> <li>설계·개발 및 시험평가 과정에서 개발된 시뮬레이션 기법 활용</li> <li>가상/증강현실 기술 적용</li> </ul>

## ○ 하드웨어 기술

요소기술	세부기술	기술 명세
다기능 구조	구조 일체형 전지 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>하중 지지와 에너지 저장 기능을 함께 가지는 구조 일체형 전지 제작 기술</li> <li>하중 지지를 위해 탄소섬유를 이용하고 전지의 층상형 구조 및 유전층, 복합재 케이싱이 하중지지를 보조하도록 하면서 기계적 성능과 전기적 성능을 극대화하는 기술</li> </ul>
	전자부품 일체형 구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조 내부에 전자부품을 삽입 및 일체화하여 공간 효율성을 향상시키는 기술</li> </ul>
	안테나 일체형 구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 간소화를 위해 하나의 평판으로 여러 주파수 대역 통신을 가능하게 하는 기술</li> <li>구조가 하중 지지와 안테나의 기능을 동시에 가지도록 설계 및 제작하는 기술</li> </ul>
	센서 및 작동기 일체형 구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 운용에 필요한 센서와 작동기를 구조에 삽입하거나 구조와 일체화시키는 다기능 구조 개발 기술</li> </ul>
신개념 재료/구조	대변형 복합재료 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>지속적인 대변형 상태에서도 구조 안전성이 유지되는 복합재료 및 작동기 개발 기술</li> <li>대변형 작동기 기술, 전단대변형 스킨 개발 기술</li> <li>변형량 예측이 가능한 복합재료 구조해석 기술</li> </ul>
	모핑 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>실리콘, 폴리우레탄 등의 유연한 재료 적용을 통한 모핑 기술</li> <li>유연하면서 시스템 요구도에 정의된 하중지지가 가능한 신개념 재료 및 구조 개발 기술</li> </ul>
	생체모방형 무인이동체 구조 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>변형 날개, 생체모방형 가오리, 생체모방형 드론을 위한 날갯짓 연구, 고속으로 달리는 로봇 및 로봇 물고기 등 생체모방을 통해 효율적 임무 달성이 가능한 분야에 적용이 필요한 기술</li> </ul>
	오리가미 기반 전개형 구조 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>폴딩 구조 등 극적인 형상 및 부피 변화를 가능하게 하는 설계 방법</li> <li>무인이동체 형상의 압축 및 변형을 가능하게 하여 무인이동체의 보관 및 운용 효율을 높일 수 있도록 하는 기술</li> </ul>
	이종 섬유 직물 기반 다기능 복합재료 구조체	<ul style="list-style-type: none"> <li>다기능 구조 제작시 발생하는 전자기적/열적 문제 해결을 위해 이종 섬유(탄소/금속/유리/폴리머/금속) 직물 기반 복합재료 구조체 개발</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
		<ul style="list-style-type: none"> <li>탄소 및 금속 섬유 직물 복합재료 설계 및 제작을 통한 전자기 부품의 전자기적/열적 문제를 해결하고 경량화/구조 강성화 동시 구현</li> </ul>
자율진단	검사연계 공정 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>비파괴 연계 공정 결합 최소화 기술</li> <li>인공지능 기반 자동 결합진단</li> </ul>
	운영 중 자율진단	<ul style="list-style-type: none"> <li>내장 센서 및 인공지능 기반 자율진단 기술</li> <li>로봇 기반 자동 검사 기술</li> <li>3D 프린팅 기반 수리 기술</li> <li>제작결합 및 운용손상 DB 및 인공지능 업그레이드 데이터 센터</li> </ul>
맞춤형 제작기술	다종 3D프린팅 구조 개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>복합재료, 금속재료, 폴리머등 다양한 소재 기반 3D프린팅 기술을 이용한 무인이동체 구조 최적 설계 및 제작 기술</li> </ul>
	다기능 복합재료 구조 개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>기계적 성능 외에 전자기적 성능 등을 만족하는 다분야 설계 최적화 기술 및 제작 기술</li> </ul>
	복합재 3D 프린팅 기반 one-click 소형드론 일체형 대량생산 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>다수의 소형 군집드론을 복합재 3D 프린터의 one-click을 통해 대량생산하며 최적 구조 설계를 위해 전기체 비파괴검사를 통해 결함을 최소화하는 기술</li> <li>단시간에 군집드론 편대임무 수행이 가능한 군집드론 기체 확보</li> </ul>
	Out-of-oven 성형 In-air 평가 기반 대형 드론구조 제작 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>오토클레이브없이 CNT heater, nanoporous network 등의 기술을 이용하여 공기 중에서 성형이 가능하고 검사 또한 공기 중에서 가능하게 하여 전체 공정과 경비를 단축하여 대형 드론구조 제작에 혁신이 기대되는 기술</li> </ul>
	샌드 3D 프린팅 몰드 기반 무인이동체 복합재 구조 제작 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>저가의 샌드 3D 프린팅 기반의 몰드를 복합재 구조 제작에 적용하여 디폴드 소량 생산 방식의 무인이동체 맞춤형 제작이 가능</li> <li>샌드 몰드 처리 방법, 반복 사용 가능 여부, 제작 성능, 대형 구조 제작을 위한 몰드 간 연결 기술 개발 포함</li> </ul>

## ○ 소프트웨어 기술

요소기술	세부기술	기술 명세
무인이동체 소프트웨어 플랫폼 기술	무인이동체 안전운용을 위한 OS 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>고신뢰 안전운용 운영체제 국산화</li> <li>무인이동체 제어에 필요한 센서 데이터 처리 및 제어의 실시간성 제공 기술</li> <li>Health 모니터링 및 이중화 기술</li> </ul>
	무인이동체 컴퓨팅을 위한 보안성이 강화된 파티셔닝 기반 고신뢰 소프트웨어 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 탑재 컴퓨터를 위한 시공간 파티셔닝 지원 SW 플랫폼 기술 개발</li> <li>가상화 기술 적용 SW 파티셔닝기술</li> <li>보안부팅, 접근제어, 무결성 보장 등 보안성 제공 기술</li> <li>HW 추상화 및 디바이스 드라이버 기술</li> <li>무인이동체 탑재컴퓨터 소프트웨어 개발도구 및 라이브러리 기술</li> <li>SW 빌드 및 툴체인 기술</li> <li>에뮬레이터 기반 개발환경 기술</li> <li>무인이동체 SW 플랫폼 신뢰성 및 적용성 검증</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
	무인이동체 응용을 위한 고성능 OS 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미션 응용을 위한 OS 기술 확보 및 상용화</li> <li>• 고성능 비전 프로세싱, 머신러닝 등을 위한 대용량 데이터 처리 기술</li> <li>• 다중 대용량 센서 디바이스 연동 시 무손실 데이터 처리 기술</li> <li>• 실시간 GPGPU 스케줄링 기술</li> </ul>
	무인이동체 응용을 위한 미들웨어기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체 미들웨어 요소 기술 확보</li> <li>• 무인이동체의 제한된 자원에 적합한 미들웨어 경량화/최적화/동기화 기술 및 표준화</li> <li>• 무인이동체에 최적화된 경량 미들웨어 개발 및 무인이동체 간 협업을 위한 메시지 표준화, 동적 서비스 디스커버리, 서비스 핸드오버, 커넥티드 무인이동체 간 셀프 관제 및 센싱 정보 공유 기술</li> <li>• 다수 무인이동체 간 협업 및 연동 기능을 지원하는 통합용 미들웨어 개발 및 관련 기술</li> </ul>
	무인이동체 제어컴퓨터-임무컴퓨터 간 실시간 연동 서비스 지원 통합 SW 플랫폼 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체가 산업용 서비스를 위해서는 기본 제어컴퓨터와 더불어 다양한 임무컴퓨터들이 분산 시스템 형태로 탑재되고 있으나, 각각 분산모듈(단위 컴퓨터)을 통합하여 서비스 실행 시 동기화가 안되며, 복잡도 증가에 따라 검증하기 힘든 상황임. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 실시간 운영체제가 동작하는 제어컴퓨터를 중심으로 탑재 컴퓨터들 간 연동을 지원하는 분산 모듈형 통합 SW 플랫폼과 안전성 확보에 대한 검증 기술 등을 개발해야 함</li> </ul>
	무인이동체 소프트웨어 플랫폼을 위한 보안 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소프트웨어 시스템 보안 요소 기술 확보</li> <li>• 비행제어 소프트웨어와 미션 소프트웨어 간 보안 기술</li> <li>• 미션 소프트웨어와 지상제어시스템(GCS) 간 보안 기술</li> <li>• 무인이동체 응용소프트웨어 보안성을 제공하는 소프트웨어 플랫폼 구축 및 관련 기술</li> </ul>
	무인이동체 내외부 통신 및 메시지 처리 기능의 취약점 탐지 및 안전성 검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체 내외부 통신 및 메시지 처리 기능의 취약점을 탐지하고,</li> <li>• 안전성을 검사할 수 있는 기술 개발</li> </ul>
	무인이동체 소프트웨어 아키텍처 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체 공통 요구사항 분석 기술</li> <li>• 공통 소프트웨어 아키텍처 요소 식별 및 표현</li> <li>• 공통 소프트웨어 아키텍처 검증, 평가 및 개선 기술</li> <li>• 공통 소프트웨어 아키텍처로부터 특정 무인이동체 소프트웨어 아키텍처 도출 방법 개발</li> <li>• 특정 무인이동체 소프트웨어 아키텍처 기반의 컴포넌트 개발 방법론 개발</li> </ul>
무인이동체 응용소프트웨어 개발 지원 기술	무인이동체 응용 SDK 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 응용소프트웨어를 위한 공통 API와 이를 지원하는 SDK 개발 및 관련 기술</li> <li>• 군집 미션에 필요한 미션 응용 API와 이를 지원하는 SDK 개발 및 관련 기술</li> </ul>
	응용소프트웨어 검증 및 시험 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체 응용소프트웨어의 신뢰성을 높이기 위한 정적/동적/수학적 검증 기술 및 신뢰성 시험</li> <li>• 무인이동체 응용소프트웨어의 안전성 보장을 위한 SW 실행 안전성 및 Fail Safe 적용 기술</li> <li>• 분산된 응용소프트웨어들 간의 논리적 오류 여부 검출을 위한 수학적 검증 기술</li> </ul>
	지속적 통합 시스템과 연동 가능한 HILS 통합	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지속적인 통합 (CI) 시스템과 HILS/SITL 시스템을 연동한 검증 시스템 개발 진행</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
	시스템 검증 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요성: 일반적으로 무인이동체 운용 검증은 직접 비행을 통해 검증을 수행하기 때문에 업데이트가 이루어지는 경우 매번 검증을 수행해야함. 또한, 대부분 협업 개발로 시스템이 이루어지기 때문에 다른 개발자가 수정한 부분이 끼치는 영향을 확인할 수 없음</li> <li>- IT에서 체계적으로 이루어지고 있는 지속적인 통합 기술을 무인이동체 개발 분야에 적용함으로써, 안정적인 기술 개발이 될 수 있음</li> </ul>
	무인이동체 시뮬레이션 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제와 유사한 모의 환경 기반의 시뮬레이션 및 이를 통한 응용소프트웨어 성능 테스팅 기술</li> <li>운항 중인 무인이동체와 주변 환경 안전을 위한 머신 러닝 기반 시뮬레이션 제어 기술</li> <li>복수의 무인기들 간 협업 과정을 모의할 수 있는 시뮬레이션 기술</li> </ul>
	무인이동체 모의 환경 구축을 위한 실시간 물리 환경 시뮬레이션 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>시뮬레이션 플랫폼.</li> <li>실시간에서오는 계산 정확도의 저하는 전혀 없고 rigid body, flixible body, fluid, liquid 등 모든 요소에 대한 디지털 트윈의 구현을 가능하게 하는 시뮬레이션 플랫폼.</li> <li>물리적 계산식에 대한 정식화 기술</li> <li>수식 최적화 및 인터페이스 기술</li> <li>고속 컴퓨팅 플랫폼 기술</li> </ul>
	무인이동체 응용소프트웨어 개발도구 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>응용소프트웨어 개발을 위한 사용자 편의성을 고려한 통합 개발 도구 개발 및 관련 기술</li> <li>사용자 편의성을 고려한 운항 시험 및 유지보수를 위한 도구 개발 및 관련 기술</li> </ul>

#### 4.1.6. 휴먼-머신 인터페이스

##### 추진방향

- ◆ 디지털 트윈 등 신기술의 적용을 통해 사용자 인터페이스를 고도화하고, 원격 운용에 있어서 다수·다중의 무인이동체를 운용자가 효율적으로 운용할 수 있는 기반기술의 확보
  - 디지털 트윈 기술을 적용하여 가상환경/가상현실 기반 운용 기반을 고도화하며, 멀티 모달리티 융합 인터페이스 기술 등을 개발하여 최적의 무인이동체 인터페이스 개발
    - 확장현실(XR)기술과 현실이 상호작용하는 디지털트윈 플랫폼을 개발하여 가상공간에서 무인이동체 운용기반을 확보하여 무인이동체 운용시 발생하는 문제를 사전 파악하고 해결
    - 음성, 제스처, 생체정보 등을 통한 인터페이스뿐 아니라 운용자의 불규칙적인 특성까지 무인이동체 운용에 활용하는 멀티모달\* 기술 개발
  - \* 음성 인식, 제스처 인식, 행동 인식, 터치 인식 등 기타 생체 인식을 활용해 특별한 장치 없이 운용자의 운용 명령을 컴퓨터가 인식하여 무인이동체를 운용하는 기술
- 다수/다중 무인이동체에 임무를 효율적으로 배분하고, 다중 정보를 통합하여 인식하고 환경정보를 가시화하여 원격운용을 효율화하는 기술개발
  - 공중·육상·해양 무인이동체 협업 운용이 가능한 다수/다중 무인이동체 1인 통합 GCS를 개발하여 무인이동체 임무 다양화 대응
  - 환경정보 획득, 목표물 식별, 운용환경평가 등 임무 수행정보를 다중정보(3D 지형공간+소음+기상)를 통합하여 가시화하는 기술 개발
  - AI 기반 스마트 GCS 기술개발을 통해 H-Level 3 단계에서 임무 수행 중 GCS와 운용자의 협력체계를 강화하여 운용 효율화
- 일방적인 사람의 명령을 그대로 반영하는 것이 아닌 사람의 명령을 분석하고 학습하여 무인이동체와 운용자 간 정확·신속하고 사용하기 쉬운 효과적인 소통을 위한 피드백 인터페이스 기술 개발 필요
- 협력기술 부분에서 국내외 기술 격차를 줄여 나가기 위해 협력운용을 위한 성능 지표 개발 필요

## 로드맵

<표 4-9> 휴먼-인터페이스 기술로드맵

핵심기술	요소 기술	세부기술	비고	1단계(단기)			2단계(중기)			3단계(장기)		
				Y	+	+	+	+	+	+	+	+
인간 친화적 사용자 인터 페이스	가상환경/가상현 실	다중 운용자에게 동시지원이 가능한 VR/AR 플랫폼 기술	계속									
		무인이동체 디지털 트윈 기술	신규									
		운용자를 위한 무인이동체 관점 AR 구현기술	계속									
	NUI	음성 및 제스처 인식을 통한 무인이동체 운용 기술	계속									
		생체 정보(뇌파, 시선 등)을 활용한 무인이동체 운용 기술	계속									
		멀티 모달리티 융합 기술	신규									
원격운용	직접운용	운용자 친화적인 필드형 멀티모달 원격조작 및 운용시스템	계속									
		운용자 상황 인식 지원 기술	계속									
		고사용성 인터페이스 기술(직관성, 훈련시간 최소화 등)	계속									
		운용자의 숙련도, 피로도 등 현재 상태를 고려한 인터페이스 기술	계속									
	감시제어	감시제어 운용자의 피로도/과부하 완화 기술	계속									
		복합 무인 시스템에서의 운용자 지원 기술	계속									
		다수/다중 무인이동체 임무 효율적 배분 기술	신규									
		다중 정보 통합 상황인식 및 환경정보 가시화 기술	신규									
	의사결정 지원 시스템	제한된 조건과 환경을 동시에 고려한 다 기준 의사결정 기술	계속									
		AI 기반 스마트 GCS 기술	신규									
사용자 의 의도 추론 및 대응 기술	운용자 의도 인 식과 대응 기술	운용상황을 고려한 운용자 의도 인식 및 추론 기술	계속									
		파악된 운용자 의도에 따른 대응 행동 선택 기법	계속									
	피드백 인터페이 스	인간-무인이동체 상호교감을 위한 multi modality 기반의 피드백 인터페이스 기술	계속									
협력 기 술	상호작용 아키텍 처 및 성능지표 개발	무인이동체의 활동/상태/운용 데이터를 자동화 및 요약하는 SW 프레임워크 기술	계속									
		무인이동체와 운용자간 협력운용을 위한 성능지표 및 모델링 개발	계속									
	HMI 상호신뢰	무인이동체와 운용자간 신뢰성 측정지표 및 정량화 기술	계속									

	성 연구	무인이동체와 운용자간 신뢰성 향상 기술	계속									
--	------	-----------------------	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## ○ 인간 친화적 사용자 인터페이스

요소기술	세부기술	기술 명세
가상환경/가상현실(Virtual Environment /Virtual Reality)	운용자를 위한 무인이동체 관점 AR 구현기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>HMD 등의 장비를 통해 원격 운용 환경을 구현하여, 운용자가 편리하게 조종할 수 있는 인터페이스 개발</li> <li>AR 운용시 불편한 착용감, 공간정보의 왜곡(시각정보의 불일치)으로 인한 멀미나 어지럼증을 해소하기 위한 기술 개발</li> </ul>
	다중 운용자에게 동시 지원이 가능한 VR/AR 플랫폼 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>다수의 운용자에게 동기화되어 동시 지원이 가능한 가상현실/증강현실 플랫폼 개발</li> <li>개별 무인이동체 제어/임무 수행/무인이동체 그룹 관리 등 운용자의 임무별 차별화된 가상현실/증강현실 플랫폼 개발</li> </ul>
	무인이동체 디지털트윈 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제와 똑같은 가상의 공간에 실물과 똑같은 가상의 실험체를 만들고, 이를 통해 실제로 발생할 수 있는 문제를 파악하고 해결하는 데 쓰이는 기술</li> <li>XR 기술과 연계 가상과 현실이 상호작용하는 HMI 디지털트윈 플랫폼 개발</li> </ul>
NUI (Natural User Interface)	음성 및 제스처 인식을 통한 무인이동체 운용 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>조작자의 음성 및 문자를 인식하여 무인이동체를 안전하고 효율적으로 운용 가능하도록 인간친화적인 인터페이스 설계</li> <li>다양한 제스처 인식 알고리즘 등을 기반으로 운용자의 제어 의도를 파악하여 무인이동체의 안전하고 효율적인 운용 기술 개발</li> </ul>
	생체 정보(뇌파, 시선 등)을 활용한 무인이동체 운용 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>운용자의 뇌파/시선 등의 생체신호를 직접 파악하여 조종신호로 변환하는 알고리즘 개발</li> </ul>
	멀티 모달리티 융합 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 조작 명령의 본질적 특성과 인간적 한계를 반영하여 최적의 무인이동체 운용 위한 멀티 모달리티 융합 인터페이스 개발</li> </ul>

## ○ 원격 운용

요소기술	세부기술	기술 명세
직접 운용 (Direct Operation)	운용자 친화적인 필드형 멀티모달 원격조작 및 운용시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>필드에서 휴대가 용이하고 사용자 친화적이며 조작성능이 우수한 원격조작시스템 개발</li> </ul>
	운용자 상황 인식 지원 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>원격 운용 상황에서 무인이동체 관점의 상황(situation)을 운용자가 효율적으로 인식(awareness)할 수 있도록 필요한 정보를 취합, 선별하여 운용자에게 다양한 방법으로 제시하는 기술 개발</li> </ul>
	고사용성 인터페이스 기술(직관성, 훈련시간 최소화 등)	<ul style="list-style-type: none"> <li>운용자의 훈련/교육 시간을 줄이고, 제한된 시간에 직관적으로 운용이 가능한 고사용성 인터페이스 개발</li> </ul>
	운용자의 숙련도, 피로도 등 현재 상태를 고려한 인터페이스 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>숙련도, 연령대 등 운용자 간의 차이(between difference)를 고려한 무인이동체 운용 기술 개발</li> <li>피로도, 과부하 등 동일운용자(with-in difference)의 동적 상황을 고려한 무인이동체 운용 기술 개발</li> <li>초보로서의 실수 혹은 피로에 의한 실수 등 인간 운용자의 한계를 최소화하는 방법을 인터페이스를 통해 구현</li> </ul>

요소기술	세부기술	기술 명세
감시 제어 (Supervisory Control)	감시제어 운용자의 피로도/과부하 완화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>감시제어(supervisory control) 운용 시 기존 운용자의 역할 대비 변화한 임무 적절성에 대한 연구</li> <li>고자동화로 인한 out-of-the-loop 상황에 대처하는 방안에 대한 기술 개발</li> </ul>
	복합 무인 시스템에서의 운용자 지원 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>운용자와 높은 자율수준의 무인이동체의 협업 시 운용자가 다양한 환경에서 전략/전술/제어적 측면으로 정보에 근거한 의사 결정을 내리도록 지원해주는 기술 개발</li> </ul>
	다수/다종 무인이동체 임무 효율적 배분 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>다중 무인이동체 운용 시 임무를 효율적이고 안전하게 수행하도록 각 무인이동체에 임무 할당 방법 개발</li> <li>육•공•해 무인이동체 협업 운용을 위한 1인 통합 GCS (Oneman-GCS) 기술</li> </ul>
	다준 정보 통합 상황인식 및 환경정보 가시화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>환경정보 획득(surveillance), 목표물 식별(target acquisition), 운영환경평가(environment assessment) 임무를 수행하기 위한 다중 정보(3D 지형공간정보+소음+기상) 통합 기반의 local dynamic mapping 및 전장정보 가시화 기술 개발</li> </ul>
의사결정 지원 시스템 (Decision Support Tool)	제한된 조건과 환경을 동시에 고려한 다 기준 의사결정 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>필드에서 발생할 수 있는 동적 환경 변화, 급박한 상황, 제한된 정보 등을 고려하여 운용자가 정보에 근거하여 의사 결정을 효율적으로 내리도록 지원해주는 소프트웨어 개발</li> <li>운용자가 단일/다수 무인이동체로부터 받는 복합적인 데이터를 바탕으로 효율적으로 의사 결정을 할 수 있도록 도와주는 소프트웨어 기술에 대해 성능 및 정확도를 검증하는 기술 개발</li> <li>운용자가 의사 결정을 내릴 때, 여러 가지 불확실한 상황을 정량적으로 고려하여 지표화하여 제시하는 기술 개발</li> </ul>
	AI 기반 스마트 GCS 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>H-Level 3 단계에서 미션임무 수행 중 GCS와 운용자의 협력기술</li> </ul>

## ○ 사용자의 의도 추론 및 대응 기술

요소기술	세부기술	기술 명세
운용자 의도 인식과 대응 기술 (Intent Recognition and Reaction)	운용상황을 고려한 운용자 의도 인식 및 추론 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체 운용자의 직접적인 제어/운용 명령 외에, 운용자의 행동, 시선, 음성 등 내재된 의도를 나타내는 암시(implicit)적 지표에 대한 해석 기술 개발</li> </ul>
	파악된 운용자 의도에 따른 대응 행동 선택 기법	<ul style="list-style-type: none"> <li>파악된 운용자의 상태 혹은 의도를 무인이동체 운용에 적절하게 반영하는 기법 개발</li> <li>운용자의 직접적인 제어 명령과 내재 의도가 다를 경우에 대한 대응 방법 개발</li> </ul>
피드백 인터페이스 (Feedback interface)	인간-무인이동체 상호교감을 위한 multi modality 기반의 피드백 인터페이스 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인이동체와 운용자 간의 정확하고 효과적인 소통을 위하여 다양한 모달리티(시각/청각/촉각 등)의 조합을 활용하는 인터페이스 개발</li> </ul>

## ○ 협력 기술

요소기술	세부기술	기술 명세
상호작용 아키텍처 및 성능지표 개발 (Interaction Architecture and Performance Metrics)	무인이동체의 활동/상태/운용 데이터를 자동화 및 요약하는 SW 프레임워크 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>운용자가 무인이동체 운용 상황 전반을 효율적으로 이해하고 활용할 수 있도록, 제반 정보 상황을 취합하고 운용자에게 제시하는 기술 개발</li> <li>동적(dynamic) 상황에 유연하게 대처할 수 있는 프레임워크를 개발</li> </ul>
	무인이동체와 운용자간 협력운용을 위한 성능지표 및 모델링 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>H-Level 3 단계에서 미션임무 수행 중 무인이동체와 운용자의 협력 성능을 측정하기 위한 지표 개발</li> <li>해당 기준을 바탕으로 협력 성능을 향상 시킬 수 있도록 개발 방향 설정</li> <li>무인이동체와 운용자 간의 다양한 상호작용에 대해 이해하고, 상호작용의 역학(dynamics)을 모델링하는 기술 개발</li> <li>복수 무인이동체를 다루는 미션에서의 운용자 성능을 측정하기 위한 지표 개발</li> <li>구축된 성능지표를 바탕으로 운용자의 성능 향상을 위한 지침 구축 및 인터페이스 개발</li> </ul>
HMI 상호신뢰성 연구 (Trust and Reliability)	무인이동체와 운용자간 신뢰성 측정지표 및 정량화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>협업 상황에서 각 팀원들(무인이동체, 운용자 등)이 서로에게 느끼는 신뢰성 측정 기술 개발</li> </ul>
	무인이동체와 운용자간 신뢰성 향상 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>협업 상황에서 각 팀원들(무인이동체, 운용자 등) 간에 서로의 역할 및 한계를 명확히 파악하여, 과소/과대 신뢰를 지양하고, 정보에 근거한 팀원 간 신뢰도를 구축할 수 있는 기술 개발</li> </ul>

## 4.2. 플랫폼 및 인프라 기술 개발

### 4.2.1. 차세대 플랫폼

#### □ 차세대 무인이동체 플랫폼 개발대상 선정 프로세스

<표 4-10> 신규 플랫폼 분류 및 유망플랫폼

수요 플랫폼 (산학연 전문가 대상 조사)	분류	유망플랫폼(안)	최종선정(안)
장시간 운항용 해양무인이동체 플랫폼 자가 충전 기능을 갖는 자율주행 농작물 모니터링 플랫폼 고장에 강건한 주행체 플랫폼 친환경 대형 수송 플랫폼 개발 주행중 배송체 안정화 플랫폼 K-보행로 환경에 특화된 무인 Last-mile 배송 플랫폼 생체모방형 드론 시스템 생체모방형 재난현장 탐색 플랫폼 행성 탐사용 공중 플랫폼 개발 극한환경 적응용 휠-레그-트랙 하이브리드 구동 시스템 플랫폼 장거리 작전 유통 반경을 제공하기 위한 드론/무인이동체용 위성 통신 시스템 우주/극지 주행 UGV 플랫폼 가혹환경 작업 무인이동체 확장형 AI 기반 통합관제 및 분석 플랫폼 조종 로봇을 이용한 유인이동체의 무인화 및 3D 임무 활용 플랫폼 유·무인이동체 네트워킹을 통한 협력운용 무인이동체 플랫폼 뇌파를 이용하여 운행이 가능한 무인이동체 에너지 하베스팅 기반 상시감시 무인이동체 플랫폼 육-공 통합 유무인 복합운용 플랫폼 다중 표적 공격 군집 무인이동체 시스템 화재진화용 군집 자율 공중플랫폼 토털 솔루션 개발 초소형 군집 고성능 드론 시스템 군집 운용 해양무인이동체 플랫폼 다중 임무 수행형 해양무인이동체 플랫폼 융복합 자율배송 도심허브 플랫폼 다수 무인이동체 협력운용의 무인이동체 활용분야 실증 기술 개발 이종 무인 이동체 간의 승객/화물 인터페이스 플랫폼 모든 무인 이동체 통합 감시 플랫폼 해양 구난구조 플랫폼 불법드론 대응 통합 플랫폼 항공기 인스펙션 드론봇 체계 AI 기반 충전 플랫폼 해군용 대잠 해양 드론 시스템 유무인이동체 협동운용을 위한 공중 분리-회수 플랫폼 소형 UGA 및 UAV 탑재 가능한 UGV 모선 개발 차량 탑재형 소형 공중무인이동체 협체/협동이 가능한 산업용 자율작업기계 플랫폼 AI 기반의 협체 및 분리 가능한 空地양용 무인이동체 시스템	운용 시간 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 씨멀(상승기류)기반 장기체공UAV</li> <li>- 성충권 무인이동체</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 곤충형 드론</li> <li>- 조류형 드론</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 행성탐사드론-UGV</li> <li>- 극지 빙자탐사 플랫폼</li> <li>- 지형 적응형 탐사 UGV</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 무인선 자율 운용기 술 플랫폼</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 복합해양로봇 연계 관측시스템</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 육해공 자율협력 운 용기술 실증 플랫폼</li> <li>- 육공복합 플랫폼</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다개체 분리합체형 UGV</li> <li>- 공중발사용 드론</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공수용복합 플랫폼</li> </ul>	성충권 무인이동체
	임무 장비		곤충형 드론
	극한 환경		
	자율 임무 수행		
	유무인 협력		육해공 자율협력 운용기술 실증 플랫폼
	무인 이동체 협력		다개체 분리합체형 UGV
	분리/ 합체		
	형태 변환		육공복합 플랫폼

개념화

전문가  
선호도  
조사

## □ 차세대 플랫폼

<표 4-11> 차세대 플랫폼

플랫폼	특징
성층권 무인이동체	<p>동력원 기술의 고도화와 최적화, 대형화 등을 통해 고고도인 성층권에서 임무 수행이 가능한 공중 무인이동체 플랫폼</p> <p>▶ 해양, 재난, 국경 감시, 기상 관측, 위급시 통신중계 시스템 구축 등의 용도로 활용 가능</p>
곤충형 드론	<p>임무 수행을 위해 극도로 작은 크기가 요구되는 상황에 활용 가능한 공중 무인이동체 플랫폼</p> <p>▶ 관측 및 모니터링 용도로 활용 가능</p>
육해공 자율협력 운용기술 실증 플랫폼	<p>다수, 이종 무인이동체간 자율협력 기술의 개발과 실증을 위한 플랫폼</p> <p>▶ 광역탐색, 관측, 감시 등 무인이동체 활용분야 전반에 활용 가능</p>
다개체 분리합체형 UGV	<p>개체간 전력·동력·센서 등을 공유할 수 있어, 분리와 합체가 가능한 모듈형 육상 무인이동체 플랫폼</p> <p>▶ 건설/농업/운송/국방/탐사 등 UGV 전분야 활용 가능</p>
육공복합 플랫폼	<p>모체인 드론에 적재되어 이동 후 현장에서 분리되어 임무를 수행하는 공중-육상 복합플랫폼</p> <p>▶ 원거리 배송, 탐사, 구조, 레크레이션 등에 활용 가능</p>

### 추진방향

◆ 미래 수요가 예상되는 유망 플랫폼을 개발함으로써, 장래 무인이동체 플랫폼 시장의 국내 산업적, 기술적 경쟁력의 선제적 확보 필요

## 로드맵

<표 4-12> 차세대 플랫폼 기술로드맵

플랫폼	구분	개발 시기		
		~ 5년	~ 10년	~ 15년
육해 공 자율 협력 운용기술 실증	플랫폼 개념	Testbed(무인이동체활용, 임무시나리오 5개)	임무현장용 무인이동체와 유인이동체에 자율협력 기술 적용, 실증 시나리오 10개)	자율협력 임무용 무인이동체/임무장비 개발, 임무 시나리오 20개)
	신기술 요소	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 디수•이종무인이동체지율협력 운용SW 개발</li> <li>- 임무공간모델링 개념정립 및 SW 개발</li> <li>- 다수 무인이동체간통신 및 통신 릴레이</li> <li>- 충돌회피 가능 지상/해상 무인이동체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 임무현장 실증을 통한 자율협력 SW 개선</li> <li>- 임무공간모델링 가능 확장 및 무인기 운용활용</li> <li>- 디수 임무장비 정보 획득용 통신장비 개선</li> <li>- 임무현장 유무인이동체에 자율협력 기술 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 자율협력 임무 및 SW 개발</li> <li>- 무인기 운용 상황인식 기반 자율협력 운용</li> <li>- 실시간 임무장비 데이터 분석 기반 통신 최적화</li> <li>- 자율협력 특화용 임무장비 개발</li> </ul>
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 비행대기 오염 지도 생성</li> <li>- BRLOS 무인기 운용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실증지/조난자 광역탐색</li> <li>- 시각지역 최소화 촬영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경찰, 해경, 소방, 산림, 농업, 공간정보 등 무인이동체 활용분야에 자율협력 기술 적용</li> </ul>
성층권 무인이동 체	플랫폼 개념	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 20kg 임무장비, 1개월 체공</li> <li>- 비행체 무게 150kg</li> <li>- 날개길이 30m급</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 50kg 임무장비, 3개월 체공</li> <li>- 비행체 무게 400kg</li> <li>- 날개길이 40m급</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 100kg 임무장비, 6개월 체공</li> <li>- 비행체 무게 700kg</li> <li>- 날개길이 50m급</li> </ul>
	신기술 요소	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 초경량 비행체 개발-최적 에너지 운용 기술</li> <li>- 자동 항법운용 기술</li> <li>- 고효율 태양전지모듈 및 배터리팩 제작 기술</li> <li>- 초경량 복합 소재 활용 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고효율·초경량 태양전지, 배터리 팩 기술 향상</li> <li>- 신뢰성 향상을 위한 기술</li> <li>- 관제 및 공역 활용 기술</li> <li>- 상용화를 위한 인증 획득</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기체 대형화 및 대량 전력공급시스템 개발</li> <li>- 핵심부품 신뢰도 향상</li> <li>- 태양광 입사가 저하에 따른 에너지 운용 기술</li> <li>- 제트기류 극복 기술 개발</li> <li>- 상시 운용 기술 확보</li> </ul>
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해수면 온도 변화, 불법어로 등 해양 감시</li> <li>- 산불 및 재난 및 감시</li> <li>- 국지성 호우, 태풍 진로 추적 등 정밀 기상 관측</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가 재난 감시망에 활용</li> <li>- 재난 상황시비상 통신중계에 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 오지 인터넷 통신중계시스템 구축에 활용</li> <li>- 국경/해양/기상의 상시 감시체계 구축에 활용</li> </ul>
육공복합 플랫폼	플랫폼 개념	배송UGV 수송드론 (150kg급, 10kg 중량/50km 배송)	험지UGV 수송드론 (500kg급, 50kg 중량/200km 배송)	ATV 수송드론 (1.5톤급, 300kg 중량/500km 배송)
	신기술 요소	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수소연료전지</li> <li>- 자동 분리합체 메커니즘</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 충돌회피용 초소형장거리 텁지레이더 탑재(200m)</li> <li>- 고장진단 및 자율 대처 기술</li> <li>- AI 기반 비행제어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자율레벨5(AL5)비행체 운용</li> <li>- 모듈간 분리합체 범위 확대</li> </ul>
	활용 분야	- 원거리 배송, 긴급물품수송	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 험지탐사</li> <li>- 조난자 구조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 레크레이션</li> <li>- 승객수송</li> </ul>
다개체 분리합체 형 UGV	플랫폼 개념	2대 이상 분리합체	5대 이상 분리합체	10대 이상 분리합체
	신기술 요소	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분리합체가 가능한 모듈형 플랫폼 기술</li> <li>- 자율 분리합체 제어 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다개체전력공유 기술</li> <li>- 다개체동력공유 기술</li> <li>- 다개체센서공유 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다개체 임무 할당 기술</li> <li>- AI 기반 다개체 제어 기술</li> <li>- 다개체 상태 모니터링 및 관제 기술</li> </ul>
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건설/토목/농업</li> <li>- 국방/사회안전</li> <li>- 배송/운송</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주탐사</li> <li>- 건설/토목/농업</li> <li>- 국방/사회안전</li> <li>- 배송/운송</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주탐사</li> <li>- 건설/토목/농업</li> <li>- 국방/사회안전</li> <li>- 배송/운송</li> </ul>
곤충형 드론	플랫폼 개념	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 벌새(곤충형 드론)</li> <li>- 50g 중량</li> <li>- 30분 체공비행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 잡자리(곤충형 드론)</li> <li>- 20g 중량 이하급</li> <li>- 30분 체공비행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 말벌(조류형 드론)</li> <li>- 5g 이하급</li> <li>- 30분 체공비행</li> </ul>
	신기술 요소	- 경량센서, 모터, 탑재전자부품	- 에너지 하베스팅	- 초 경량화 기술
	활용 분야	관측 및 모니터링	관측 및 모니터링	관측 및 모니터링

## 4.2.2. 안티드론

### 추진방향

◆ 원자력시설·공항 등 국가주요기반시설 대상 불법드론 위협이 증가됨에 따라 탐지 및 식별, 분석 및 대응기술, 포렌식 분석 프로그램과 이를 통합 운용하기 위한 통합 시스템 구축 추진

- 불법드론 위협에 효과적 대응을 위해 불법드론을 탐지 및 식별하고 무력화시키는 기술개발
  - 불법드론 탐지·식별 강화를 위해 레이더, 센서를 개발 및 고도화하고 넓은 면적에서 효과적 대응을 위해 지상기반 기술과 공중기반 기술을 함께 개발\*
  - \* 원전 등 국가주요 기반시설은 부지가 넓고 여러 호가 인접해 있어 지상 기반의 대응장비와 드론을 활용한 공중 기반 대응장비가 함께 활용되어야 함
  - 식별한 불법드론을 무력화하기 위해 불법드론의 취약점 분석 기술을 개발하고, 재머, 스푸퍼, 넷건 등 물리적·비물리적\* 무력화장비 개발
  - \* 무력화로 인해 드론 격추 후 보상 문제 등 2차 피해를 최소화하기 위해 평화적·지능적 방법을 활용한 비물리적 무력화 장비 개발 필요
- 불법드론의 원인과 사전 대응을 강화하기 위해 사고조사가 필요하며, 이에 따라 불법드론 포렌식 분석기술 개발
- 불법드론 분석 및 대응, 포렌식 등 개별 추진되는 불법드론 대응 기술을 연계하여 불법드론 위협 대응에 효과적으로 대응할 수 있도록 통합관리, 보안, 실증, 표준화 등 추진

## 로드맵

<표 4-13> 안티드론 기술로드맵

핵심기술	요소 기술	세부 기술	신규	1단계			2단계			3단계			
				Y	Y+1	Y+2	Y+3	Y+4	Y+5	Y+6	Y+7	Y+8	Y+9
불법드론 분석 및 대응	탐지 /식별	순찰 드론 기술	신규										
		레이더 기반 탐지 및 식별 기술	신규										
		통신신호 및 프로토콜 기반 탐지 및 식별기술	신규										
		탐지/식별 임무능력 고도화 기술	신규										
	무력화	대응 드론 기술	신규										
		드론 취약점 분석 기술	신규										
		지능형 무력화	신규										
		하드 무력화	신규										
불법드론 포렌식	사전 포렌식	드론 라이브 포렌식 기술	신규										
	사후 포렌식	드론 포렌식 분석 기술	신규										
안티드론 통합 연계 및 운용	통합 관리	불법드론 대응체계 통합	신규										
		불법드론 대응체계 특화 통신 기술	신규										
	보안	안티드론 보호 기술	신규										
		안티드론 사이버 보안 기술	신규										
	실증 및 검증	수요처 기반 안티드론 생태계 구축 및 실증	신규										
		검증 기술	신규										
	규제	제도개선 및 표준화	신규										
		포렌식 수사체계	신규										

## 세부기술명세

### ○ 불법드론분석 및 대응

요소기술	세부기술	기술명세
탐지 /식별	순찰 드론 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대응 범위 기반 자율 순찰 비행 기술 개발</li> <li>• 순찰 드론 기체 개발</li> <li>• 드론 운용 소프트웨어 및 테스트 기술 개발</li> </ul>
	레이더 기반 탐지 및 식별 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지상장비 기반 레이더 탐지 및 식별 기술 및 센서 개발</li> <li>• 공중기반 레이더 탐지 및 식별 기술 및 센서 개발</li> <li>• 레이더 탐지 및 식별을 최적화 기술</li> </ul>
	통신신호 및 프로토콜 기반 탐지 및 식별기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RF 통신 신호 수집/분석 및 패턴 식별 기술 개발</li> <li>• UTM/ADS-B 등 특정 신호 기반 탐지 및 식별 기술 개발</li> <li>• 통신 프로토콜 스니핑 기술 개발</li> <li>• 저SNR 대비 신호 탐지 및 식별 기술 개발</li> </ul>
	탐지/식별 임무능력 고도화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 영상 기반 탑재 위험물 식별 및 실시간 위험도 평가 기술</li> <li>• 사각지대 최소화 및 현장 적용성 확대를 위한 최적화 배치 기술</li> <li>• 기후 등 환경영향 극복 기술 개발</li> <li>• 센서 연계 및 융합기반 탐지 및 식별 성능 고도화 기술 개발</li> <li>• 탐지 및 식별 정보 기반 AI 활용 정확도 향상 기술 개발</li> </ul>
무력화	대응 드론 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대응 드론 자율 추적 비행 기술 개발</li> <li>• 대응 드론 군집 비행 및 임무 수행 기술 개발</li> <li>• 대응 드론 기체 개발</li> <li>• 무력화 장비 드론 탑재 및 저전력 운용 기술 개발</li> </ul>
	드론 취약점 분석 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공개 취약점 정보 수집 및 분석 기술</li> <li>• 취약점 정보 수집 및 분석 자동화 기술</li> <li>• AI 기반 취약점 정보 분류 및 관리 기술</li> <li>• 취약점 분석 도구 개발</li> <li>• 비공개 프로토콜 취약점 분석 및 DB 구축 기술</li> </ul>
	지능형 무력화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통신 프로토콜 기반 디셉터(제어권 탈취) 기술</li> <li>• 불법드론 맞춤형 GNSS/통신 기반 기반 기술 개발</li> <li>• 불법드론 맞춤형 스마트 재밍 및 교란 기술개발</li> <li>• 불법드론 맞춤형 GNSS/통신 스포퍼 기술 개발</li> </ul>
	하드 무력화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 레이저 대공무기 기술</li> <li>• 불법드론 대상 고출력 전자파 송신 기술</li> <li>• 그물망 포획 및 확보 기술</li> </ul>

### ○ 불법드론 포렌식

요소기술	세부기술	기술명세
사전 포렌식	드론 라이브 포렌식 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 불법드론 송수신 통신링크 추적 및 정보 수집 기술 개발</li> <li>• 법적 효력 기반 프로세싱 모델링 기법 연구</li> <li>• 프로토콜 프로세싱 모델링 및 파싱 도구 개발</li> <li>• 아티팩트 기반 정보 복원 기술 개발</li> </ul>
사후 포렌식	드론 포렌식 분석 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 드론 데이터 및 이미지 추출 인터페이스 개발</li> <li>• 드론 OS/FC 분석 및 증거데이터 확보 연구</li> <li>• Chip-off 기술 개발</li> <li>• 드론 포렌식 전문 시각화 도구 개발</li> </ul>

## ○ 안티드론 통합 연계 및 운용

요소기술	세부기술	기술명세
통합 관리	불법드론 대응체계 통합	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능(AI) 기술을 활용한 통합 안티드론 관제 시스템 자동화</li> <li>불법드론 위협도 분석 및 평가 연구</li> <li>최적 무력화 판단 및 제어 기술 개발</li> <li>통합 상황 판단 시각화 도구 개발</li> <li>실시간 관제를 위한 PS-LTE 기반 무선 및 네트워크 자원 관리 기술</li> <li>불법드론 보고대응을 위한 국가주요기관(청와대, 국정원, 국방부, 합동참모본부) 초고속 핫라인 구축</li> <li>원자력전지 활용 드론 스테이션 운용 기술</li> </ul>
	불법드론 대응체계 특화 통신 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>재난안전통신망 활용 불법드론 대응 망운용 기술</li> <li>드론을 활용한 안티드론 통신망 연계 확대 기술</li> <li>5G 적용 고속 데이터 통신 기술</li> <li>안티드론 실내 통신 전송 기술</li> </ul>
보안	안티드론 보호 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>안티 기만/스푸핑 기술개발</li> <li>안티 디셉터 기술개발</li> <li>항 재밍 기술 개발</li> </ul>
	안티드론 사이버 보안 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>안티드론 적용 경량화 암호화 기술개발</li> <li>사이버 공격 대응 기술개발</li> <li>사이버 위협 탐지 기술개발</li> <li>원자력기반 양자 기술 및 적용 연구</li> </ul>
실증 및 검증	수요처 기반 안티드론 생태계 구축 및 실증	<ul style="list-style-type: none"> <li>안티드론 통합 기술 관리 및 실증을 위한 안티드론 센터 구축</li> <li>불법드론 대응 기술 실증 및 검증 모델링 연구</li> <li>수요처 기반 장비 영향성 최소화 및 배치 최적화 연구</li> </ul>
	검증 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>불법드론 대응 장비 성능 기준·시험·평가 및 절차 개발</li> <li>불법드론 대응 장비 검증 인프라 구축</li> <li>안전성 및 보안성 검증</li> </ul>
규제	제도개선 및 표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>법령 일원화를 위한 제도개선 연구</li> <li>불법드론 대응 기술 적용 국내외 표준화 연구</li> </ul>
	포렌식 수사체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>법적 효력 반영을 위한 제도개선/절차/수사체계 개발</li> <li>드론 사고 증거데이터 무결성 확보 및 관리 기술 개발</li> </ul>

### 4.2.3. 관제

#### 추진방향

◆ 유인기와는 특성이 다른 무인기는 다수의 기체가 밀집되어 복잡도가 높은 도심 등에서 운용되는 환경을 고려하여 자동화된 교통관리 및 관제 체계 개발과 관제정보를 바탕으로 무인이동체 운용에 필요한 정보제공 기술 개발

- 무인이동체 교통관리와 임무에 따른 유용한 교통정보를 제공하기 위해 무인이동체를 등급/종류에 맞게 원격식별하여 정보를 생성하는 기술과 정보 처리를 통해 충돌경보·회피정보를 제공하는 기술개발
  - 운용자 탑승이 없는 무인이동체는 기존 유인기 감시식별장치를 사용하지 못하는 추세로, 무인이동체에 적합한 새로운 원격식별 체계기술 개발
  - 무인이동체의 원격식별 정보와 감시정보를 융합처리하여 타 비행체와 충돌을 사전 관리하고, 적시에 경보하는 기술개발
- 무인이동체가 비가시권에서 자유로운 임무를 수행하기 위해 정밀지도, 교통상황, 임무정보 등 유용한 관제정보를 추출·생성·제공·서비스하는 기술개발
  - 3차원 정밀지도, 통신/항법 등 인프라 정보, 운용 안전성 정보, 교통상황 정보 등 관제 유용 정보를 생성하여 무인이동체의 안전하고 경제적 운용 유도
  - 다수·다종의 무인이동체 임무를 통합적·효율적 관리하여 군사용 및 보안용에 적합한 육·해·공 통합관제 시스템 개발

## 로드맵

<표 4-14> 관제 기술로드맵

핵심기술	요소 기술	세부 기술	비고	1단계			2단계			3단계			
				Y	Y+1	Y+2	Y+3	Y+4	Y+5	Y+6	Y+7	Y+8	Y+9
원격식별 정보 생성 및 감시정보 서비스 기술	원격식별 정보 제공 기술	소형무인기를 위한 Broadcast Remote ID 방식의 원격식별 정보 생성/제공 기술	신규										
		소형무인기를 위한 Network Remote ID 방식의 원격식별 정보 생성/제공 기술	신규										
		UAM 항공기를 위한 원격식별 정보 생성/제공 기술	신규										
	감시정보 융합 처리 기술	다중 감시센서 정보 융합 처리 기술	신규										
		불법 드론 시스템 감시 정보 융합 기술	신규										
	감시정보 기반 충돌관리 기술	비행계획 기반 충돌경보 및 관리 기술	신규										
		실시간(비행중) 비행정보 기반 충돌경보 및 관리 기술	신규										
		지상 장애물 충돌 위험 감시 및 경보 기술	신규										
관제유용정보 생성/제공 서비스 기술	정밀지형지도 관리 및 서비스 기술	비행용 3차원 정밀전자지도 생성, 제공 기술	신규										
		통신망 품질 모니터링 및 경보 제공 기술	신규										
	통신/항법 인프라 품질 모니터링 및 정보 제공 기술	무인기용 위성항법신호 품질 실시간 모니터링 및 경보 제공 기술	신규										
		위성항법 신호 미약/불용 대비 항법 및 관제 기술	신규										
		비행 전 비행 안전성 평가 기술	신규										
	운용 안전성 분석 및 정보 제공 기술	비행 중 비행 안전 관련 경보 제공 기술	신규										
		위험 기반 무인이동체 수용량 관리 기술	신규										
		기상 정보 기반 무인이동체 운용 위험 경보 및 통제 기술	신규										
	교통정보 공유 및 연동 기술	무인기 지상통제시스템과 무인기 교통관리시스템 연동 기술	신규										
		무인기 교통관리서비스 사업자간 데이터 연동 기술	신규										
		무인기 교통관리시스템과 유인기 교통관리시스템과의 연동 기술	신규										
	자동화된 다수 무인기 관제 및 운항관리 기술	신규											
	무인이동체 통합 임무관리 기술	육해공 무인이동체 및 경계인력 통합 관제 기술	신규										

## 세부기술명세

### ○ 원격식별 정보 생성 및 감시정보 서비스 기술

요소기술	세부기술	기술명세
원격식별 정보 제공 기술	소형무인기를 위한 Broadcast Remote ID 방식의 원격식별 정보 생성/제공 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>WiFi, Bluetooth 등의 RF신호 직접 송신을 통해 무인기의 식별 정보(등록번호, 위치 정보 등)를 제공하는 기술</li> </ul>
	소형무인기를 위한 Network Remote ID 방식의 원격식별 정보 생성/제공 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>네트워크(인터넷망)를 통해 무인기의 식별 정보(등록번호, 위치 정보 등)를 제공하는 기술</li> </ul>
	UAM 항공기를 위한 원격식별 정보 생성/제공 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>UAM 회랑에서 운항하는 eVTOL 등 UAM 항공기에 탑재되어 ADS-B, Transponder와 같은 원격식별 정보(비행체 식별자, 위치 정보)를 제공하는 기술</li> </ul>
감시정보 융합 처리 기술	다중 감시센서 정보 융합 처리 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>Broadcast, Network 방식의 원격식별 정보, 지상 설치 레이더 등을 통해 획득된 다양한 감시 정보를 융합처리하는 기술</li> </ul>
	불법 드론 시스템 감시 정보 융합 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>불법으로 비행하는 무인비행체를 탐지하기 위한 시스템과 감시 정보를 공유하고 연계하는 기술</li> </ul>
감시정보 기반 충돌관리 기술	비행계획 기반 충돌경보 및 관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인기 운용자와 교통관리자가 비행전 제출된 비행계획을 기반으로 자동으로 비행계획의 충돌 여부를 확인하고 이를 관리하는 기술</li> </ul>
	실시간(비행중) 비행 정보 기반 충돌경보 및 관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인기 운용자에게 교통관리자가 비행체가 비행 중 제공(Remote ID 등)하거나 감시 센서(예: 레이더)에 의해 탐지된 비행정보를 기반으로 비행체간 충돌을 방지하고 경보하며 자동으로 분리 서비스를 제공하는 기술</li> </ul>
	지상 장애물 충돌 위험 감시 및 경보 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>지상 교통관리시스템에서 정밀한 지형지도 및 장애물 정보를 기반으로 지상 장애물(건물, 첨탑 등)에 대한 충돌 위험을 감시하고 무인기에게 적기에 경보하는 서비스를 제공하는 기술</li> </ul>

## ○ 관제유용정보 생성/제공 서비스 기술

요소기술	세부기술	기술명세
정밀지형지도 관리 및 서비스 기술	비행용 3차원 정밀전자지도 생성, 제공 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>정사영상, DEM 정보 등을 활용하여 무인기의 비행에 필요한 3차원 정밀지도를 생성하고 이해당사자에게 손쉽게 제공하는 기술</li> <li>항공용 정밀전자지도 관리 및 정보제공 서버 구축/관리/서비스 기술</li> <li>무인기 운용자 등이 비행계획 수립 등에 참조할 수 있도록 정밀지형지도 기반 자동 비행경로(계획) 생성 기술</li> </ul>
통신/항법 인프라 품질 모니터링 및 정보 제공 기술	통신망 품질 모니터링 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인기에서 많이 사용하는 4G(LTE) 망의 통신 품질을 지역별로 모니터링하고 관련 정보를 무인기 운용자에게 제공하는 서비스 기술</li> </ul>
	위성항법신호 품질 실시간 모니터링 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>GPS등 위성항법신호의 품질(성능)을 실시간으로 모니터링하고 재밍, 스피핑 등 이상 상황 발생시 경보와 정보를 적시에 제공하는 기술</li> </ul>
	위성항법신호 미약/불용 대비 항법 및 관제 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>도심 저고도의 위성항법 난청지역이나 위성항법 재밍 상황 등 무인이동체 관제시스템의 불능을 대비한 대체항법, 관제 및 긴급 착륙시스템 기술</li> </ul>
운용 안전성 분석 및 정보 제공 기술	비행 전 비행 안전성 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>비행전 비행경로나 비행 공역 주변의 안전성 관련 인자(지형, 인구밀도, 임무 프로파일, 기타 위험 요소 등)을 고려하여 비행 안전성 평가를 자동으로 수행하여 결과를 제공하는 기술</li> </ul>
	비행 중 비행 안전 관련 경보 제공 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인기 운용자에게 비행 중 비행금지구역 침범, 유인기 충돌 위험 경보, 비상상황 발생을 적시에 경보하고 관련 정보를 이해당사자에게 제공/배포하는 기술</li> </ul>
	위험 기반 무인이동체 수용량 관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인기 공역의 안전성 목표(Target Level of Safety) 및 무인기 운용 위험을 고려하여 무인이동체 공역 수용량을 관리할 수 있는 기술</li> </ul>
	기상 정보 기반 무인 이동체 운용 위험 경보 및 통제 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전에 위협이 되는 기상 조건이 예상되는 경우 무인이동체의 운용을 경보하고 제한할 수 있는 기술</li> </ul>
교통상황정보 공유 및 연동 기술	무인기 지상통제시스템과 무인기 교통관리 시스템 연동 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인기 교통관리시스템과 무인기 운용자의 지상통제시스템간의 데이터 교환 및 정보 공유 기술</li> </ul>
	무인기 교통관리서비스 사업자간 데이터 연동 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인기 교통관리서비스 사업자간 데이터 교환 및 정보 공유 기술</li> <li>사업자간 네트워크 보안 기술</li> </ul>
	무인기 교통관리시스템과 유인기 교통관리 시스템과의 연동 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인기 교통관리시스템과 유인기 교통관리시스템과의 데이터 교환 및 정보 공유 기술</li> </ul>
	자동화된 다수 무인기 관제 및 운항관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>드론, 드론택시 등 무인기 운용사업자가 운영 중인 무인기의 운항 상황을 자동으로 모니터링하고 관리하는 기술</li> <li>무인기 운용사업자의 관제시 의사 결정을 지원하는 운항관리 자동화 기술</li> </ul>
무인이동체 통합 임무관리 기술	육해공 무인이동체 및 경계인력 통합 관제 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>현재 일상화된 2D 드론관제시스템을 산악·건물 등을 고려한 3D 지형·지물 기반 관제 체계로 전환</li> <li>기존 드론관제시스템을 육상·해상 무인이동체와 경계병사 헬멧 영상 등으로 관제대상을 확대하는 통합 관제 기술</li> </ul>

#### 4.2.4. 서비스인프라

##### 추진방향

◆ DNA(빅데이터, 5G, 인공지능) 기술과 무인이동체를 접목하여 다양한 사업화가 가능한 서비스 플랫폼 개발 및 표준화 추진

- 무인이동체 운용과정 발생하는 다양하고 방대한 데이터를 획득·저장·분석·융합하여 다양한 임무를 위해 활용하는 기반 기술 개발
  - 임무장비 및 센서의 서비스와 관련된 빅데이터 수집·분석·시각화 하여 다양한 무인이동체 서비스에 맞게 활용하는 기술 개발
- 시간·장소 제약 없이 무인이동체 서비스를 구현하기 위해 임무데이터 실시간 전송 기술과 원활한 통신을 위해 무인이동체용 5G·6G 이동통신 기술 개발
  - 애플리케이션 또는 서비스 수준의 통신을 위해서는 실시간 데이터 스트리밍 기술이 필요하고 무인이동체에서 클라우드까지 실시간 데이터 전송을 위해서는 무인이동체 데이터 특성에 맞는 통신 제어 흐름 및 데이터 흐름 필요
- 무인이동체에서 생성되는 임무데이터를 응용 서비스로 구현하기 위해 AI 및 데이터 처리 과정이 요구되므로 이를 위해 AI 컴퓨팅 기술개발 필요
- 서비스 구현을 위해 생성된 데이터 기술, 네트워크 기술, AI 기술을 통합하는 플랫폼 기술을 개발하고, 재난 현장 등에 적용할 수 있는 응용기술 개발

## 로드맵

<표 4-15> 서비스인프라 기술로드맵

핵심기술	요소 기술	세부 기술	비고	1단계			2단계			3단계			
				Y	Y+1	Y+2	Y+3	Y+4	Y+5	Y+6	Y+7	Y+8	Y+9
무인 이동체 데이터 관리	시공간 임무/센서 빅데이터 서비스 기술	임무/센서 데이터 모델링 및 수집 프레임워크 기술	계속										
		임무/센서 데이터 빅데이터 서비스 기술	신규										
		데이터 다차원 분석 및 가시화 기술	신규										
	무인이동체 3D 데이터 융합 모델링 기술	고품질 3D 융합 콘텐츠 생성을 위한 3D 무인이동체 이기종 데이터 수집/강화/증강 기술	신규										
		무인이동체 3D AR/VR 융합 콘텐츠 플랫폼 기술	신규										
		무인이동체 기반 3D 고품질 융합 콘텐츠 생성을 위한 3D 객체 모델 생성 및 융합 기술	신규										
		무인이동체 기반 가상 및 현실 공간 이동 메타-모빌리티 플랫폼 기술	신규										
	다차원 동적 임무 관 리 기술	무인이동체 서비스 데이터 모델링 및 다차원 분석 임무 할당 기술	신규										
		고정밀 무인이동기 관제를 위한 3차원 디지털 트 원 임무 분석 기술	신규										
서비스 융합 무 인이동체 통신 기 술	실시간 임무 데이터 통신 기술	군집 무인이동체의 시공간 데이터 정합 실시간 스트리밍 기술	계속										
		가변적 통신 환경 및 다중 프로토콜 지원 스트리밍 기술	신규										
	무인이동체 전 용 이동통신 및 MEC 기술	무인이동체 5G 통신 최적화 및 다중 데이터 QoS 보장기술	신규										
		이동성 및 확장성을 고려한 이음5G 이동기지국 기반 MEC 연동 무인이동체 운용 기술	계속										
		6G 이동통신 환경 무인이동체 기반 가변환경 MEC 융합 플랫폼 기술	신규										
서비스 융합 무인이동	지능형 무인이 동체 온디바이 스 시스템 기술	임무 중심 강건한 자율 협업 비행을 위한 온디바이 스 AI 컴퓨팅 군집 무인이동체 운용 서비스 기술	신규										
		이기종 무인이동체를 위한 협력적 추론 모델 실행	신규										

핵심기술	요소 기술	세부 기술	비고	1단계			2단계			3단계			
				Y	Y+1	Y+2	Y+3	Y+4	Y+5	Y+6	Y+7	Y+8	Y+9
체 AI 컴퓨 팅 기술	4K 실시간 스트리밍 온디바이스 메타데이터 정합 기술	및 최적화 기술											
		4K 실시간 스트리밍 온디바이스 메타데이터 정합 기술	계속										
		무인이동체 운용 및 서비스를 고려한 SW 플랫폼 전력관리 기술	신규										
		다중 액세스 엣지 컴퓨팅(MEC) 기반 멀티 무인이동체를 통한 협업적 엣지 AI 플랫폼 기술	신규										
	에지-클라우드 협업 실시간 AI 기술	비정형 센서 데이터 학습 및 추론 기술	신규										
		군집 무인이동체 분산 컴퓨팅 AI 기술	신규										
		실시간 무인이동체 AI를 위한 다중 GPU 및 클러스터 지원 AI 플랫폼 기술	신규										
		6G 기반 MEC 플랫폼을 통한 개인정보 보호 연합 학습 플랫폼 기술	신규										
무인이동 체 서비스 플랫폼 및 활용 기술	무인이동체 ICT 융합 플랫폼 기술	무인이동체용 Data-5G(6G)-AI 통합 서비스를 위한 융합 플랫폼 기술	신규										
		분산 학습 자동화 영상센서 데이터 자동 병렬 리밸링 기술	신규										
		FC-MC-5G 선박적 HW 통합 무인이동체 가상화 플랫폼 기술	계속										
		무인이동체용 앱 개발 프레임워크 기술 개발	신규										
		도심 비가시권 비행을 위한 안전성 보장 무인이동체 ICT 융합 기술	신규										
	무인이동체 데이터 및 서비스 표준화	무인이동체 센서 데이터용 메타데이터 규격표준화	계속										
		무인이동체 서비스 및 기체 규격 표준화	신규										
		다중 무인이동체 센서 데이터 수집 프레임워크 표준화	신규										
		무인이동체 서비스용 스트리밍 송수신 규격 표준화	신규										
	서비스 인프라 응용 기술	무인이동체를 활용한 화재 감시/정찰, 화재 진화, 잔불 탐지 토클 솔루션 시스템 개발	신규										
		군집 무인이동체의 영상 기반 통합 표적 인지 및 자동 표적 할당 기술	신규										
		무인이동체를 활용한 노지 디지털 센서 데이터 수집 기반 정밀농업 데이터 분석 클라우드 서비스	신규										

핵심기술	요소 기술	세부 기술	비고	1단계			2단계			3단계			
				Y	Y+1	Y+2	Y+3	Y+4	Y+5	Y+6	Y+7	Y+8	Y+9
		인프라 기술 개발											

## 세부기술명세

### ○ 무인이동체 데이터 관리

요소기술	세부기술	기술명세
시공간 임무/센서 빅데이터 서비스 기술	임무/센서 데이터 모델링 및 수집 프레임워크 기술	무인이동체 임무 수행 과정에서 생성되는 다양한 임무 데이터 및 센서 데이터를 수집 및 활용하기 위한 규격 정의와 함께 다양한 무인이동체 서비스를 제공하기 위해 필요한 데이터 규격, 서비스 간 연계를 위해 필요한 데이터 규격 등 무인이동체에서 만들어지지 않는 데이터 외 필요한 2차 데이터 규격을 정의하고 무인이동체 데이터를 실시간으로 수집하기 위한 프레임워크를 구축하기 위한 기술
	임무/센서 데이터 빅데이터 서비스 기술	무인이동체 임무 및 센서 데이터에 대한 통합 서비스를 제공하기 위한 통합 빅데이터 플랫폼 기술로 다양한 데이터를 포함하기 위한 동적 스키마 정의 기술, 동적으로 동시에 수집되는 다양한 임무/센서를 실시간으로 반영하기 위한 스케일러블 병렬 서비스 플랫폼 기술, 다중 사용자를 지원하기 개발형 웹서비스 기술 등 무인이동체 빅데이터 서비스를 위한 기술
	데이터 다차원 분석 및 가시화 기술	무인이동체 데이터에는 비행에 대한 정보, 무인이동체 자세 및 위치에 대한 정보, 다양한 센서에 대한 정보 등 다양한 정보가 포함되어 있으므로, 사용자 및 서비스에 필요한 데이터를 추출하고 다양한 형태로 분석하는 다차원 분석 기술과 유용한 정보를 사용자에게 직관적으로 제공할 수 있는 정보 가시화 기술
무인이동체 3D 데이터 융합 모델링 기술	고품질 3D 융합 콘텐츠 생성을 위한 3D 무인이동체 이기종 데이터 수집/강화/증강 기술	무인이동체에서 획득한 영상을 이용하여 고품질의 3D 콘텐츠를 생성하기 위한 기술로 데이터 획득시 포함되는 안개, 운무 등을 제거는 디헤이징 기술, 저화질의 무인이동체 영상을 고화질 영상으로 강화하는 수퍼 레졸루션 기술, 활영시 발생하는 노이즈를 제거하는 디노이징 기술, 초점이 안맞거나 흔들린 영상을 선명하게 변경하는 디블러링 기술 등 무인이동체에서 획득한 저품질 이기종의 영상을 조합 재구성하여 고품질의 2/3D 영상 데이터를 획득하는 영상 처리 기술
	무인이동체 3D AR/VR 융합 콘텐츠 플랫폼 기술	무인이동체에서 획득한 영상을 통해 구축한 고품질 3D 콘텐츠를 활용하여 새로운 응용 또는 서비스를 개발하기 위한 플랫폼 기술로, 강화/증강된 무인이동체 영상 데이터를 사용하여 기존 대비 향상된 고품질 3D 콘텐츠 생성하거나 3차원 기반의 AR/VR 융합 실감 콘텐츠로 실감형 무인이동체 서비스 개발하기 위한 기술
	무인이동체 기반 3D 고품질 융합 콘텐츠 생성을 위한 3D 객체 모델 생성 및 융합 기술	무인이동체 기반 3D 고품질 융합 콘텐츠 생성을 위하여 무인이동체가 획득한 2차원 및 3차원의 다양한 이기종 데이터를 이용하여 고품질의 3D 객체 생성하기 위해 영상데이터 증강/강화 기술을 활용하여 기존 대비 고품질 3D 객체를 생성하는 기술

요소기술	세부기술	기술명세
다차원 동적 임무 관리 기술	무인이동체 기반 가상 및 현실 공간 이동 메타-모빌리티 플랫 폼 기술	무인이동체가 메타버스 플랫폼과 연동되어 가상공간 을 이동할 수 있으며, 메타버스 플랫폼 공간이동이 실 제 무인이동체의 움직임으로 동기화되어 현실 세계에 서 이동하는 등 양방향 실시간 3D 다이나믹 체험을 지원하는 메타-모빌리티 플랫폼 기술
	무인이동체 서비스 데이터 모 델링 및 다차원 분석 임무 할당 기술	무인이동체 자원의 효율적 관리 및 무인이동체 서비스 상호 협력을 위해 무인이동체 서비스의 목적, 필요 자 원, 경로, 상세 임무 등을 모델링하여 서비스를 관리하 기 위한 기술로 정의된 다양한 정보를 다차원으로 분 석하여 사용한 드론 자원에 효과적, 효율적으로 임무를 할당하는 기술

## ○ 서비스 융합 무인이동체 통신기술

요소기술	세부기술	기술명세
실시간 임무 데이터 통신 기술	군집 무인이동체의 시공간 데 이터 정합 실시간 스트리밍 기 술	다양한 무인이동체 서비스가 가능하도록 무인이동체 에서 생성되는 데이터에 시공간 메타정보를 추가함에 있어, 실시간 스트리밍 형식에 따라 영상 정보와 시공 간 정보를 동기화하여 실시간으로 스트리밍 하는 기 술로 군집 무인이동체에서 동시에 전송하는 실시간 스트리밍의 비디어 품질을 유지하며 빠르게 전송하는 중계 기술
	가변적 통신 환경 및 다중 프로 토콜 지원 스트리밍 기술	무인이동체 비행 도중 변화하는 통신 환경에 따라 스트 리밍 품질이 변화되며, 무인이동체에 따라 사용하는 스 트리밍 프로토콜이 달라질 수 있으므로 통신 및 스트리 밍 환경에 따라 동적으로 적응하고 시공간 데이터 실시 간으로 스트리밍하고, 입력되는 다중 프로토콜을 지원 하는 전송 기술
무인이동체 전용 이동통신 및 MEC 기술	무인이동체 5G 통신 최적화 및 다중 데이터 QoS 보장기술	지상 중심의 5G 통신서비스와 다르게 공중에 비행하는 무인이동체에 최적의 통신서비스를 제공하기 위한 기술로, 기지국 및 안테나를 변경하여 공중의 드론에 주파수를 향하게 하며, 데이터의 특성에 따라 최적의 통신 품질을 보장하기 위해 제어 명령을 위한 신뢰성 높은 통신, 4K 영상 또는, 다분광 영상과 같은 대용량 데이터를 위한 초광대역 통신을 제공하는 무인이동체에 최적화된 5G 통신 기술
	이동성 및 확장성을 고려한 이 음5G 이동기지국 기반 MEC 연동 무인이동체 운용 기술	특화망 기반의 5G 이동기지국 및 MEC 기반 드론 판제, 데이터 수집, 인공지능 등을 통해 5G 음영 지역 문제를 해결하여 언제 어디서든 최적의 5G 통신 환경에서 무인이동체 서비스를 제공하기 위한 기술

요소기술	세부기술	기술명세
	6G 이동통신 환경 무인이동체 기반 가변환경 MEC 융합 플랫폼 기술	무인이동체 기반의 다양한 MEC 활용이 예상되는 6G 이동통신 환경에서 컴퓨팅 자원이 부족한 무인이동체를 위한 지상 MEC 연결 지원, MEC 서버 연결이 안 되는 지상 사용자를 위해 무인이동체 활용 정보전달 지원, 지상 사용자를 위해 직접 무인이동체가 MEC 서버 역할을 수행하는 등의 6G 환경에서 가변적인 MEC 활용을 지원하는 6G 무인이동체 융합 MEC 플랫폼 기술

## ○ 서비스 융합 무인이동체 AI 컴퓨팅 기술

요소기술	세부기술	기술명세
지능형 무인이동체 온디바이스 시스템 기술	임무 중심 강건한 자율 협업 비행을 위한 온디바이스 AI 컴퓨팅 군집 무인이동체 운용 서비스 기술	유연성, 내결함성 등 임무 효율측면에서 이점이 많은 군집 비행에 있어 자체 고장, 외부 교란, 일부 기체 손실 등 이상 상황이 발생하더라도 주어진 임무를 완벽히 수행할 수 있도록 온디바이스 AI를 탑재한 지능형 분산 에이전트 기반 자율 협업 군집 무인이동체 운용/제어 기술
	이기종 무인이동체를 위한 협력적 추론 모델 실행 및 최적화 기술	자원이 제한된 무인이동체 탑재 온디바이스 환경에서 실시간 성능이 요구되는 AI 수행을 위한 고속화하기 위해 자체 추론 모델을 경량화하고, 이기종 무인 이동체별 컴퓨팅 리소스(CPU, GPU, NPU 등)에 최적화된 AI 연산을 할 수 있도록 연산 기능을 분산 수행 및 실행 그래프 경로를 최적화하는 기술
	4K 실시간 스트리밍 온디바이스 메타데이터 정합 기술	무인이동체 촬영 영상에 임무 수행 및 비행 과정의 정보를 메타데이터로 추가하므로 다양한 서비스에 데이터를 활용할 수 있게 되지만, 일부 기종에서만 메타데이터를 지원하거나 표준 메타데이터의 부재 및 관련 기술의 부재로 무인이동체 데이터의 활용에 한계가 있으므로 이를 극복하기 위한 온디바이스 환경 4K 고품질 정지영상, 동영상 실시간 정합 및 전송 기술
	무인이동체 운용 및 서비스를 고려한 SW 플랫폼 전력관리 기술	다양한 무인이동체 운용 환경 및 서비스 수행 환경에서 데이터 획득, 전송, AI 등의 원활한 임무 수행과 드론의 체공시간을 최대한 확보하기 위한 고부하와 고도에 따른 온도 변화를 고려한 고효율 무인이동체 배터리 전력 관리 기술
	다중 액세스 엣지 컴퓨팅 (MEC) 기반 멀티 무인이동체를 통한 협업적 엣지 AI 플랫폼 기술	기존 고정 액세스 포인트(AP)를 통한 AI 컴퓨팅 시스템과 달리 서버 과부하, 긴급구호, 전장, 임시/예상치 못한 수요 등에 신속히 대응할 수 있도록 멀티 드론 배치 및 작업 오프로딩을 통한 협력적 엣지 AI 컴퓨팅 기술
에지-클라우드 협업 실시간 AI 기술	비정형 센서 데이터 학습 및 추론 기술	무인이동체에서 사용되는 영상 및 온도, 습도, 기후 센서 데이터와 같은 다양한 비정형 데이터, 혹은 계속 추가되는 비정형 센서에 대해 식별 목적을 정의하고, 목적에 맞게 빠르게 전처리하고 실시간으로 추론하기 위한 기술
	군집 무인이동체 분산 컴퓨팅 AI 기술	네트워크로 연결된 다수드론이 함께 운용되는 환경에서, 각 드론이 탑재하고 있는 컴퓨팅 능력을 함께 활용하여 개별 드론에서 수행할 수 없는 AI를 수행하기 위한 무인

요소기술	세부기술	기술명세
	실시간 무인이동체 AI를 위한 다중 GPU 및 클러스터 지원 AI 플랫폼 기술	이동체 분산 컴퓨팅 기술 실시간으로 다수의 무인이동체에서 전송하는 임무/센서 데이터를 빠르게 처리하기 위한 다중 GPU 및 클러스터 지원 스케일러블 가능한 AI 플랫폼 기술
	6G 기반 MEC 플랫폼을 통한 개인정보 보호 연합학습 플랫폼 기술	드론에서 획득하는 데이터의 개인정보 보호를 위해 블록체인을 이용하여 개인정보를 보호하여 학습모델을 만들고, MEC 서버에서 개별 드론에서 생성한 학습모델을 하나로 융합하여 완성된 학습모델을 만든 후 드론에 전달하여, 개별 드론이 완성된 학습모델을 사용하여 드론 데이터에 대한 인공지능을 수행하는 기술

## ○ 무인이동체 서비스 플랫폼 및 활용 기술

요소기술	세부기술	기술명세
ICT 융합 플랫폼기술	5G(6G)-AI 통합 서비스를 위한 융합 플랫폼 기술	5G(6G) 무선 통신 기반 무인이동체용 고해상도 데이터의 실시간 중계, 데이터 수집, 실시간 AI 분석 및 추론, BM 모니터링 등을 연계하여 실시간 서비스를 제공하기 위한 융합 플랫폼 기술
	분산 학습 자동화 영상/센서 데이터 자동 병렬 라벨링 기술	고해상도 대용량 데이터의 AI 학습 성능개선 및 분산 학습 자동화를 위해 AI 추론 모델 개발 과정에서 많은 시간 및 비용이 소요되는 라벨링을 자동화하는 기술로 분산 자동학습을 위한 영상/센서 데이터 자동 라벨링 및 빠른 처리를 위한 병렬 라벨링 기술
	FC-MC-5G 선택적 HW 통합 무인이동체 가상화 플랫폼 기술	무인이동체 임무 및 비행제어 장비 경량화를 위한 FC-MC-5G 장치들의 선택적 HW 통합이 가능한 무인이동체 플랫폼 기술로 독립적으로 존재하는 무인이동체 임무 장비 및 비행제어 장비를 물리적으로 통합된 HW에서 동작할 수 있도록 지원하는 가상화 플랫폼 기술
	무인이동체용 앱 개발 프레임워크 기술 개발	스마트폰의 앱 개발 프레임워크와 같이 다양한 무인이동체 서비스를 지원할 수 있는 무인이동체용 앱 개발 프레임워크 기술 개발을 통해 누구나 쉽게 무인이동체용 앱을 개발하고 배포할 수 있는 무인이동체용 앱 런타임 플랫폼 및 개발환경
	도심 비가시권 비행을 위한 안전성 보장 무인이동체 ICT 융합 기술	다양한 장애물 및 이동체가 존재하는 복잡한 도심환경에서 야간 및 비가시권 비행 등 도심 무인이동체 서비스를 위한 기술 장애물을 극복하는 안전하고 효과적인 무인항공기 서비스 원천기술 및 서비스 융합 기술
무인이동체 데이터 및 서비스 표준화	무인이동체 센서 데이터용 메타데이터 규격표준화	센서별 영상 데이터 및 메타데이터 규격화 및 무인이동체 센서 데이터용 메타데이터 규격 표준화 (국내 및 국제, 산업표준/ISO, IEEE 등)
	무인이동체 서비스 및 기체규격 표준화	서비스별 기체 및 지상시스템 요구사항 정의 규격 표준화 및 주요 서비스별 무인이동체 운용환경 분석 및 기체/지상시스템 규격 표준화
	다중 무인이동체 센서 데이터 수집 프레임워크 표준화	무인이동체 센서 데이터의 메타데이터 매핑 단계 분류 및 체계화 및 주요 서비스별 메타데이터 매핑 단계별 요구사항 정의 및 표준화
	무인이동체 서비스용 스트림 송수신 규격 표준화	정지영상/동영상 스트림 송수신 프로토콜 규격 표준화 및 비행정보 스트림 송수신 프로토콜 규격 표준화, 정지영상/동영상 스트림 중계 규격 표준화, 비행정보 스트림 중계

요소기술	세부기술	기술명세
서비스 인프라 응용기술	무인이동체를 활용한 화재 감시/정찰, 화재 진화, 잔불 탐지 토클 솔루션 시스템 개발	<p>규격 표준화</p> <p>* [데이터관리/통신/AI /서비스플랫폼] 활용</p> <p>무인이동체를 활용하여 화재현장을 조기 발견함으로써 재난 대처의 골드타임 확보 및 화재 현장의 실시간 영상전송 및 화재진화 무인이동체를 투입하여 조기에 화재를 진화하는 토클 솔루션을 제공하는 무인이동체 시스템 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 조기 탐지한 화재 정보 및 현장의 실시간 영상을 화재통제센터에 전송하여 인명 구조 및 조기 진화를 위한 통제센터 체계화</li> <li>– 재발 방지를 위해 많은 인력이 투입되는 잔불 확인을 무인이동체 시스템으로 대체</li> <li>– 건조 주의보 등 산불 위험 시기에 다수 무인이동체를 활용하여 사전에 설정된 감시 구역을 주기적으로 순찰 및 감시</li> </ul>
	군집 무인이동체의 영상 기반 통합 표적 인지 및 자동 표적 할당 기술	<p>* [데이터관리/통신/AI /서비스플랫폼] 활용</p> <p>군집 무인이동체가 협업적 임무 수행을 할 수 있도록 개별 구성원이 동일 표적 객체를 상호 인지하여 군집 자폭 무인이동체 시스템 등에 활용할 수 있도록 구성원 간 동일 표적을 중복 설정하거나 목표물이 누락되지 않도록 표적을 개별 구성원에게 할당하고, 구성원들은 자신에게 할당된 표적을 정확하게 식별하는 시스템 기술</p>
	무인이동체를 활용한 노지 디지털 센서 데이터 수집 기반 정밀농업 데이터 분석 클라우드 서비스 인프라 기술 개발	<p>* [데이터관리/통신/AI /서비스플랫폼] 활용</p> <p>o 정밀농업을 위해 노지에 설치된 디지털 센서 데이터를 네트워크 망 설치없이 노지 활영과 병행해서 수집할 수 있도록 무인이동체 기술로,</p> <p>노지에 설치된 기상, 작물 상태, 토양 센서 정보를 작물 생육 주기 별로 수집, 저장 후 분석을 통해 농업인의 의사결정 지원시스템을 클라우드 서비스로 제공하며, 활영 영상데이터를 실시간으로 분석 후 병해충 지역을 세분화하고 농약 사용을 최소화, 효율화할 수 있는 경로 설정 및 노즐 제어 기술</p>

## V. 주요 정책과제

- (원천기술) 과기정통부 무인이동체 원천기술개발 사업에 신규 발굴한 기술수요를 반영하고, 관계부처와 협력 개발 추진
  - 과기정통부에서 추진 중인 무인이동체 원천기술개발사업에 기술로드맵 2.0을 통해 신규 발굴한 기술수요를 검토 후 반영함으로써 기술트렌드 대응 강화
  - 신규수요 기술을 국방부, 산업부, 국토부 등 무인이동체 관계부처와 공유하며 부처 협력 기술개발 추진
- (차세대 플랫폼) 미래시장 선점을 위한 차세대 무인이동체 실증사업을 기획하여 원천기술이 연계된 차세대 플랫폼 개발
  - 과기정통부에서 성공적으로 추진한 성충권 드론의 후속 실증기 프로젝트를 5대 차세대 플랫폼 중 선별하여 후속 과제 기획
  - 차세대 유망플랫폼 실증기 개발을 통해 미래 무인이동체 시장선점을 위한 기반 마련

차세대 무인이동체 실증과제(안)

- ◆ (필요성) 미래시장 확대에 따라 차세대 유망플랫폼을 선점함으로써 기술 격차를 확보하기 위해 유망 차세대 플랫폼을 선별하여 실증과제 추진 필요
- ◆ (액션플랜) 과제기획('23) → 실증기 개발('24~'32) → 실증기 고도화('33 ~ )
- ◆ 유망 플랫폼 후보(수요조사 → 개념화 → 전문가 선호도를 통해 도출)

유망 플랫폼 후보군	개념
곤충형 드론	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 임무 수행을 위해 극도로 작은 크기가 요구되는 상황에 활용 가능한 공중 무인이동체 플랫폼</li> </ul>
육해공 자율협력 운용기술 실증 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다수, 이종 무인이동체간 자율협력 기술의 개발과 실증을 위한 플랫폼</li> </ul>
성층권 무인이동체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동력원 기술의 고도화와 최적화, 대형화 등을 통해 고고도인 성층권에서 임무 수행이 가능한 공중 무인이동체 플랫폼</li> </ul>
육공복합 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모체인 드론에 적재되어 이동 후 현장에서 분리되어 임무를 수행하는 공중-육상 복합플랫폼</li> </ul>
다개체 분리합체형 UGV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개체간 전력·동력·센서 등을 공유할 수 있어, 분리와 합체가 가능한 모듈형 육상 무인이동체 플랫폼</li> </ul>

□ (인프라) 무인이동체 운용 인프라 기술을 선제적으로 개발하여 무인이동체 산업화를 위한 기반 마련

- (서비스 인프라) 무인이동체 산업화 촉진을 위해 활용제고가 필요하며, 이를 위한 서비스인프라 기반 기술과제 수행

〈 서비스 인프라 응용 기술개발 과제(안) 〉

과제1 : 도심 혼잡환경 비가시권 자율비행을 지원하는 무인이동체 ICT 융합 플랫폼 기술

◆ 추진배경 및 필요성

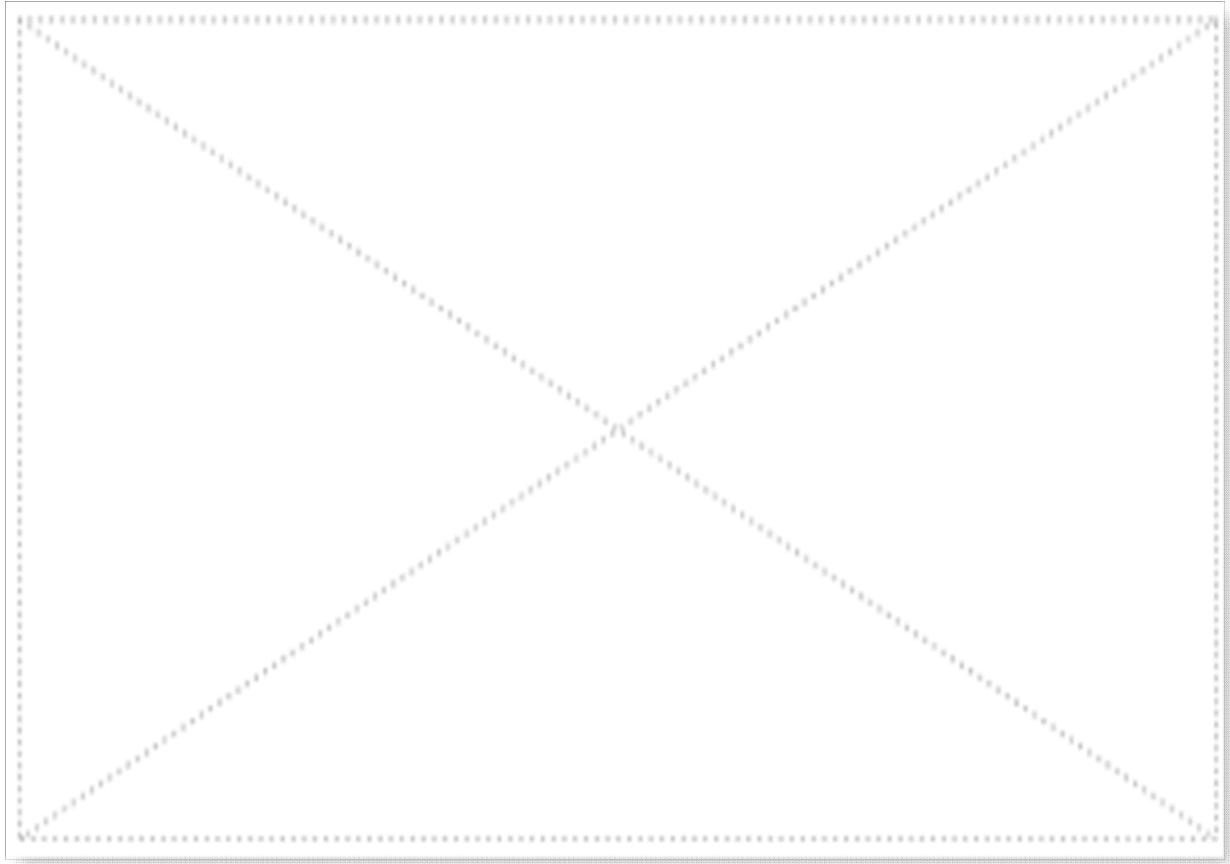
- (도시 문제 해결) 고층·고밀도 도시 개발로 인한 복잡도 증가로 발생하는 다양한 도시 문제를 저비용·고효율의 무인이동체를 활용하여 해결
- (도심 비행 장애물 극복) 비행 안전, 소음, 프라이버시 등의 사회적 문제 및 고층건물로 인한 GPS 장애, 돌발 환경 등을 극복하기 위한 기술개발 필요
- (도시 경쟁력 강화) 긴급 재난 발생 시 혼잡한 교통환경을 피해 빠르게 이동하며, 쓰레기 무단 투기, 불법 건출물 등 다양한 사회 문제 인식 비용을 최소화하여 지속 가능한 도시 경쟁력 강화 방안 확보
- (무인이동체 선순환 구조) 극복하기 어려운 도심 비행 장애물로 인한 소극적 기술개발과 수동 무인이동체 서비스 추진으로 인한 과비용 문제를 극복하여 도심 무인이동체 서비스 사업화 선순환 체계 확립

☞ 난제 극복 및 선순환을 위한 마중물로 국가 주도로 도전적인 도심형 무인이동체 ICT 융합 기술 개발 및 서비스 사례 개발을 추진

◆ 개념 및 목표과제

- 도심 밀집지역의 무인이동체 비가시권 자율비행을 불가능하게 하는 문제점\* 을 해결하여 복잡도 증가로 인한 도시 문제 해결\*\* 및 도시 경쟁력 강화 도모
  - \* 고층 건물 사이 복잡한 비행 경로, GPS 신호 간섭으로 위치 인식 실패, 빌딩풍 또는 돌발 장애물, 추락 시 인명/재산 피해, 개인 프라이버시 등의 문제로 도심 내 자율 비행이 거의 불가능 함
  - \*\* 고층 건물의 소방/긴급구조, 3차원 공간서비스 및 AI분석(불법 구조물, 쓰레기 투기, 범죄 현장 조사 등), 도심 내 자율 배송 등 도심 내 무인 이동체의 활용으로 인한 도시 경쟁력 강화 추진
- (도심 무인이동체 서비스(예시)) 도심 내 긴급 상황 해결 및 도심 환경 유지를 위해 안전성 제고 및 사회적 비용 최소화를 위한 자율 무인이동체 서비스 제공
  - (긴급 재난) 신고 단말의 공간 위치에 따라 신속하게 비행계획을 수립하고

- 자율비행 기반으로 도심 고층건축물 지역에 긴급 의약품 및 구호품을 전달
- (혼잡지역 다중 배송) 도심 고밀집 지역에서 안전·고효율 드론 배송을 위한 다수 드론 임무계획 수립 및 자율비행 기반 대열 또는 편대 배송 서비스
  - (3차원 도심 공간 서비스) 스마트시티, 디지털트윈, 자율비행 등을 위한 무인이동체 활용 3차원 정밀 도심 공간정보 구축 및 지속적인 저비용 갱신 서비스



- (목표과제) 복잡한 도심 환경에서의 무인이동체 자율비행을 위한 정밀 삼차원 경로, 미세 동적 장애물 회피, 타 이동체 협력 비행 등 신기술 개발

주요 기술	As-is (비거주 야외 비행)	To-be (도심 비가시권 비행)
자율 비행	▲고정 장애물 회피, ▲목표물 추적 비행	▲미세 동적 장애물 회피, ▲돌발 환경 변화 대응(빌딩 풍 등), ▲다양한 장애물(고층 투명 유리, 전선, 광고물, 풍선 등), ▲무인이동체 협력/편대 비행
임무 계획 및 관제플랫폼	▲위치 기반 경로점 비행 계획, ▲개별 임무 수행, ▲정적 경로 기반 중앙집중 관제 및 통제	▲정밀 삼차원 경로, ▲돌발 상황 대비 안전 자율 회피, ▲사업 규모 다수 드론 자원 관리 및 순환적 임무 관제, ▲협력 임무, 연계 임무 등 유무인 협력 임무 계획 ※ 서비스 모델링 표준화로 임무 교환, 병합, 분할 추진
통신 인프라 및 융합 시스템	▲비표준 독자적인 RF 사용, ▲4G, 5G 이동통신 활용, ▲5G MEC 활용 ※ 5G 시스템과 부분적 결합	▲인공위성 통신, 저지연 통신 등 비행체를 위한 통신 인프라, ▲6G 코어 인공지능 기반 무인이동체 데이터 QoS 관리, ▲6G 네트워크-컴퓨팅 융합으로 저지연 서비스 제공, ※ 「6G+인공지능+관제플랫폼」으로 실시간 서비스 및 관제

정밀 측위	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ 드론 부착 GPS(정확도 낮음),</li> <li>▲ 'GNSS+보정정보'(정확도 높임)           <ul style="list-style-type: none"> <li>* 범용 GNSS 사용, 수m 정확도</li> <li>※ E-911은 수평10m/수직3m로 고충 긴급구조 활용 부족</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ 5G/6G에 위치관리를 제공하여 별도 장비 필요 없음           <ul style="list-style-type: none"> <li>* GNSS 보정정보인 상태공간정보(SSR) 포함</li> </ul> </li> <li>▲ 6G에서 극강 체험을 위한 정밀 측위 포함           <ul style="list-style-type: none"> <li>* 6G 예상 목표 : 실내 1cm, 실외 10cm, 응답지연 10ms</li> <li>※ 고층 건물의 정확한 위치 파악을 위한 수직 정확도 향상</li> </ul> </li> </ul>
인공지능 컴퓨팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ 자율주행 등 빠른 반응이 필요할 경우 온보드 AI 사용,</li> <li>▲ 영상분석 등 많은 컴퓨팅이 필요하면 클라우드/MEC 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ 비행체를 위한 다양한 MEC 활용 인프라 구축           <ul style="list-style-type: none"> <li>* 무인이동체에 MEC를 탑재하여 이동 컴퓨팅 제공</li> <li>* 데이터 확보 후 MEC 서비스 지역으로 무인이동체 이동</li> <li>* 데이터 발생 지역과 MEC 서비스 지역을 무인이동체로 중계</li> </ul> </li> </ul>

## ◆ 기대효과

- (도심 자율비행 원천 확보) 복잡한 환경, 돌발 장애물, 빌딩풍, 투명 유리 등 도심 내 자율비행의 어려움을 극복하기 위한 도전적 원천기술 확보
- (6G 기반 무인이동체 ICT 융합) 인공위성 통신, 초저지연 통신 활용 및 6G 와 AI 및 관제플랫폼을 밀접합하는 무인이동체 ICT 융합 기술 개발 및 검증
- (도심 공간정보 서비스) 3차원 정밀 공간정보 획득 및 구축으로 무인이동체 및 다양한 공간서비스 기반 마련 ⇒ 3차원 AR/VR 및 메타모빌리티 확장 기반
- (도시 역량 강화) 도심 내 사고에 대한 긴급 구조, 교통, 물류, 인프라 검사 등 다양한 내용의 도심 문제를 조기에 확인 및 대응하여 복잡한 구조의 도시 역량 강화
  - \* 인구감소로 부족해지는 지방 거점 도시의 공동체 기능을 보완하여 도시의 사회적 인프라 기능을 유지 및 확장하고 지역경제 활성화 등 인구 유입 요인으로 작동하여 지방 소멸시대 대응

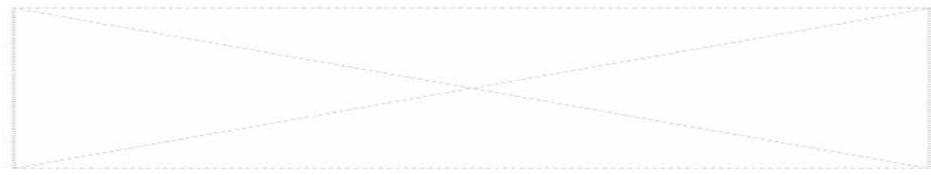
## 〈 서비스 인프라 응용 기술개발 과제(안) 〉

### 과제2 : 실시간 다이나믹 서비스를 지원하는 무인이동체 기반 메타모빌리티 플랫폼 기술

## ◆ 추진배경 및 필요성

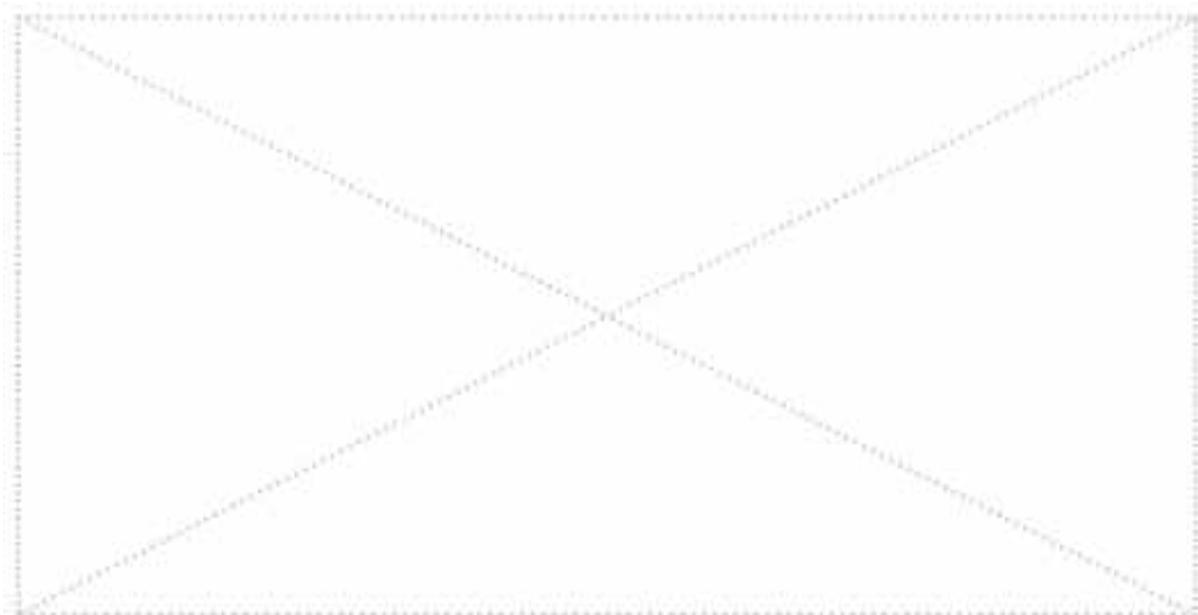
- (메타모빌리티 비전) 현실세계와 가상세계를 구분 없이 이어주는 메타버스 플랫폼과 모빌리티를 융합하여 사용자의 이동 경험을 확장하는 메타모빌리티에 대한 비전이 CES에서 제시된 바 있음
- (비대면 서비스 & 가상공간 경험) 코로나19 발생 이후 비대면 서비스에 대한 요구 증가로 메타버스가 부각되면서 전 세계를 가상공간에 디지털화하고 경험하는 것이 가능하게 됨
- (가상공간 + 다중 모빌리티) (주)현대차는 CES2022에서 로보틱스, 자율주행 차, 무인이동체를 메타버스 접속을 위한 스마트 장치로 활용, 메타버스를 통해 다른 현실로 이동하는 신개념 서비스 제시
- (삼차원 모빌리티) '25년 도심항공교통(UAM) 상용화하고 '35년 서울에서 대구까지 운행을 목표하여 무인이동체 삼차원 스마트 모빌리티가 모빌리티

의 한 축으로 자리 잡을 것을 기대



#### ◆ 개념 및 목표과제

- (개념) 무인이동체가 메타버스 플랫폼과 UAM/UAV 인프라가 연결된 3D 공간을 자유롭게 이동하며, 사용자에게 모빌리티의 물리적 한계를 극복할 수 있게 함으로써, 메타버스 공간과 현실 공간과의 상호작용을 통해 실시간 다이나믹 서비스\*를 제공하는 무인이동체 기반 메타모빌리티 기술
- \* 실시간 다이나믹 서비스: 실세계가 시간 축에 따라 변화되는 상황을 실시간으로 인지하여, 메타버스의 3D 공간에 실시간 업데이트를 반영하여 서비스를 제공



- (해결과제) 무인이동체 기반 메타모빌리티 서비스를 위한 핵심기술 개발 및 보급으로, 주도 세력이 보이지 않는 초기 단계의 UAM 플랫폼 시장을 국내 기업이 선점할 수 있도록, 범국가적 지원이 필요한 시점임
  - 드론이 이동 수단을 넘어 다양한 서비스 공간으로 확장하기 위해서는, 사람의 개입 없이 스스로 목적지까지 안전하게 이동 및 임무 수행이 가능한 군집 무인 이동체 운용 기술개발 필요
  - 기체의 효율적인 에너지 사용과 저사양 컴퓨팅 능력을 보완하기 위하여 주위의 인프라 컴퓨팅 능력을 활용하기 위한 MEC 융합 플랫폼 기술개발 필요
  - VWorld와 같이 현실 공간을 디지털화한 공간에서 비행 훈련을 하거나, 현실과 공간적으로 떨어진 곳의 세계를 드론으로 촬영하여, 나의 공간처럼 보여주는 실감형 공간 퓨전 컴퓨팅 기술개발 필요
  - 비정형화된 새로운 현실 공간의 탐색을 위하여 3차원 이동이 가능 공간을

실시간으로 분석하고, 동적 3D 맵 생성을 제공하는 메타버스 공간 증강 기술개발 필요

- 핵심기술의 성능과 목적 서비스의 타당성을 입증하기 위해, 무인이동체 기반 실시간 다이나믹 서비스를 지원하는 메타모빌리티 서비스 플랫폼 개발 및 시범서비스 필요

#### ◆ 기대효과

- 활용 분야) UAM 안에서 가상세계를 체험하는 “In-UAM Experience”, 원격 드론이 나를 대신하여 실세계를 이동하며, 메타버스와 현실이 혼합된 형태의 체험을 제공하는 “Proxy Experience” 분야에 적용
  - (In-UAM Experience) 엘지전자의 옴니팟과 같은 AI 컨시어지, 디지털 트윈 도시에서 비행 훈련이나 드론경주 게임 등
  - (Proxy Experience) 사람의 접근이 어려운 장소(동굴, 화산, 심해) 탐사, 시설물 진단, 글로벌 고고학자 협업 발굴(유적, 화석), 온라인 여행 등
- (기대효과) 무인이동체 기반 메타모빌리티 기술은 UAM/UAV 산업 생태계 활성화를 주도할킬러 서비스의 기반이 되고, 사용자에게는 물리적 공간에 상관없이 지속 가능한 서비스 제공으로, 국민의 업무 환경 개선에 이바지할 수 있을 것
  - 우리나라는 선진국보다 항공 분야 기술력이 약하지만, 경쟁력 있는 ICT 기술을 UAM/UAV에 접목하면 시장 주도 가능성이 큼. 따라서, 메타모빌리티 기술에 대한 정부의 일관된 정책은 국내 업체의 국제 경쟁력 확보에 기여
  - MaaS 기반의 육해공 연계교통체계 지원으로 이동 중 업무의 단절을 피할 수 있고, 메타모빌리티 기술로 공간의 경계를 허물어, 글로벌 협력을 위한 이동과 업무 지원에 의한 비용 손실 절감, 그리고 업무시간 단축으로 인한 효율성 증대 가능
- (관제) 무인이동체의 도심내 운용, 미래국방 등 다양한 분야에서 활용하기 위한 관제기술 개발을 통해 산업화 기반 마련

#### 관제 기술개발 과제(안)

과제 : UTM-GCS 연계기술 및 육해공 통합관제 시스템 개발

#### ◆ 추진배경 및 필요성

- 국내에서 무인기 교통관리시스템(UTM, UAS Traffic Management System) 기술 개발이 진행되어 1단계 사업이 2022년에 종료 예정으로 교통관리 기술과 기존 무인이동체 관제 기술이 융합될 수 있는 기반이 마련됨
- 기존 무인기 관제 체계는 운용 공역 등이 제한된 환경 하에서 운용자가 조종 대상이 되는 무인기만을 통제하기 위한 목적으로 개발이 진행되었으

나, 실질적인 활용을 위해서는 운용 영역의 교통관리 체계와 연동되어야 하는 것이 필수적임

- 대부분 UTM 사업을 통해 운용자가 다른 무인기간 연계, 불법드론 탐지시스템과의 연동을 위한 기초 연구가 진행되었으나 본격적인 연구는 아직 부족한 실정임.
- 타 비행체나 다른 공간의 무인이동체의 교통 상황을 융합하여 파악하고 협력 할 수 있어야 안전하고 실질적인 무인이동체 활용 서비스로 발전될 수 있음

#### ◆ 개념

- UTM 시스템을 연계를 위한 공통 플랫폼으로 활용하여 무인기 통제시스템(Ground Control System), 불법드론 탐지/대응 시스템, 육상/해상 무인이동체, 경계 인력과의 종합적인 연동이 가능한 통합 관제 기술과 서비스를 개발
- 다양한 형태(스마트 기기, 노트북, PC)의 무인기 통제시스템과 UTM이 정보를 공유하고 자동으로 연동하는 기술을 개발

#### ◆ 기대효과

- 다른 무인기 운용자가 운용하는 비행체의 교통 정보를 획득 가능하여 타 비행체와의 충돌 방지 등에 활용할 수 있음.
- 기존 무인기 관제시스템을 육상, 해상 무인이동체와 감시인력의 헬멧 영상 등으로 관제 대상을 확대하여 서비스를 다양화할 수 있음

### ○ (안티드론) 무인이동체 산업화와 함께 안티드론 기술확보를 통해 현실화된 무인이동체 안보위협에 대응

\* 국방분야에서는 레이저 대공무기 등 물리적 무력화 중심의 기술개발이 진행되고 있

으로, 과기정통부 중심으로 지능형 무력화, 통합시스템 등 민간과 군에서 함께 적용할 수 있는 원천기술 확보 필요

### 〈 안티드론 기술개발 과제(안) 〉

#### 과제 : 안티드론 지상기반 지능형 대응장비 및 통합솔루션 개발

##### ◆ 추진배경 및 필요성

- 최근 우크라이나 사태와 같이 최근 드론 위협은 현실화되고 있으며, 드론 대응 기술은 국가적으로 요구되는 필수적인 기술임.
- 드론 위협에 대응하는 안티드론 분야에서 국방분야에서는 레이저 대공 무기 등 물리적 무력화 개발을 위주로 연구개발 해옴
- 원천기술 개발 측면에서 과기정통부 중심으로 “지능형무력화”, “통합시스템 솔루션 개발”, “통합시스템 자동화”, “안티드론 관련 기술 제도개선/ 표준화 연구” 등이 필요함

##### ◆ 개념

- ① “불법드론지능형 대응기술개발사업”에서 공중기반으로 개발되고 있는 “지능형 무력화”를 지상기반 대응장비로 개발하여 운영함
  - \* 해외에서 활발히 개발 및 제품화되고 있는 지상기반 지능형 무력화 장비를 국내 기술로 개발하여 통합솔루션화하기 위한 기반 마련
- ② 국방 및 기존 안티드론 장비간에 호환 및 연동 될수 있는 통합 솔루션을 개발 및 운영함(지상-공중-신규 무기/장비)
  - \* 해외는 다양한 안티드론 기술/장비에 대한 통합솔루션이 개발 및 적용되고 있으나, 국내는 통합 솔루션 적용에 미흡한 상태
- ③ 안티드론 분야에 대한 표준화를 시작하고 있는 시점에서 국내기술 기반으로 국제 표준화 주도 및 국제 지침을 국내에 도입하는 연구를 수행하여 표준화 마련함

##### ◆ 기대효과

- ① 국외 사례와 같이, 원천기술기반으로 지상 지능형 무력화 장비를 다양하게 개발하여, 국제경쟁력을 고도화하며, 국내구실 기반으로 장비도입을 실행화
- ② 국방 및 기타 분야에서 개발/도입되고 있는 기존 장비들과 통합하는 기술을 개발하고, 연동을 개발하여, 통합 대응력 확보

- ③ 국산기술 기반으로 국제 표준화를 주도하고, 국내 기술 및 장비 도입  
에 대한 규정 및 규제개선 수행

□ (부품개발) 국내 부품경쟁력 강화와 부품생태계 조성을 통한 산업 경쟁력 제고를 위해 부품국산화 기술개발 과제 추진

○ (부품경쟁력) 국산부품이 차별화된 경쟁력을 기반으로 시장성\*을 확보할 수 있도록 융복합 항법센서모듈 등 부품과제 추진

\* 단순히 해외 부품을 국산화하는 경우 해외 부품이 가격경쟁력을 따라가지 못하므로, 차별화된 성능을 가진 부품개발을 통해 공공수요를 통해 성장 필요

부품경쟁력 제고 과제(안)

과제 : 공공수요 맞춤형 차세대 융복합 부품 개발

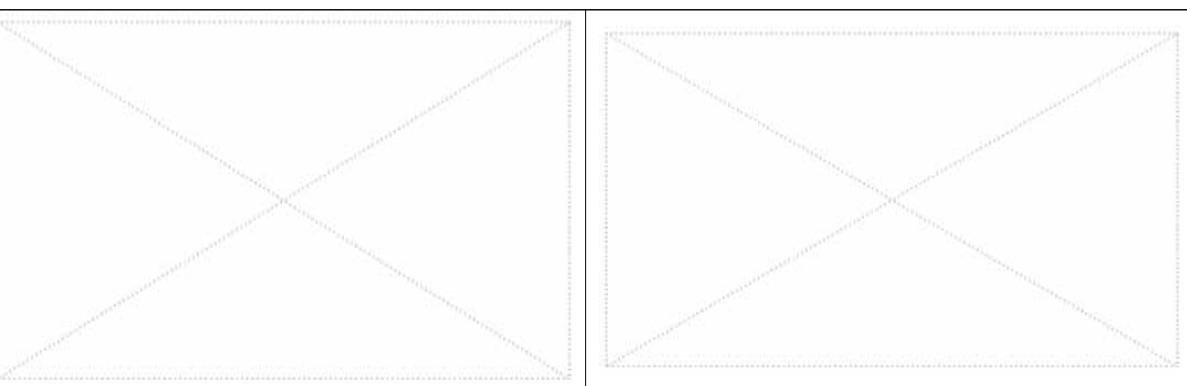
◆ 추진배경 및 필요성

- 그간 무인이동체 원천기술개발 등 기술혁신을 기반으로 국내 무인이동체 산업이 성장\*하였으나, 국내 무인이동체 산업이 글로벌 경쟁력\*\*을 갖추기 위해 플랫폼 제조뿐 아니라 소재·부품 경쟁력 강화 필요
  - \* 사업체수 : ('17) 132개 → ('21) 308개, 매출액 : ('17) 2,531억원 → ('21) 6,783억원
  - \*\* 글로벌 제조社는 소재부품 생태계 구축을 통해 플랫폼 경쟁력 강화 중

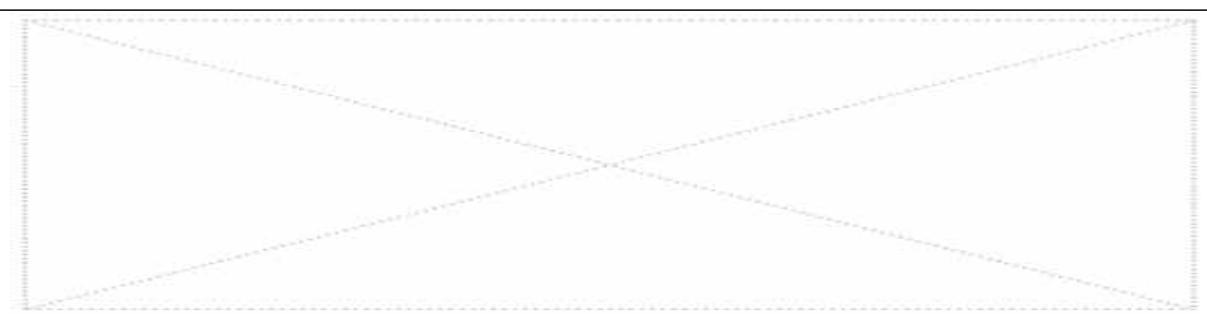
- 국내 무인이동체 소재·부품 분야의 기술적 경쟁력은 글로벌 선도제품 대비 89% 수준이나, 소량 생산환경으로 가격경쟁력을 갖추지 못한 상황
- 이에 따라 가격경쟁력 이외에 차별화된 부품 경쟁력(첨단부품 개발)을 갖추면서, 공공경제를 통해 부품 시장 성장을 견인할 수 있는 제도 개선 필요
- 특히 공공분야에 활용되는 무인이동체는 안전확보와 임무수행을 위한 고도의 신뢰성 확보와 성능보장이 담보되어야 하므로, 공공분야의 운용 요구도에 맞는 “융복합 항법센서”, “UAVCAN기반 ESC-모터-배터리”, “임무용 IR카메라, Lidar”, “오픈플랫폼형 탑재컴퓨터·SW” 등의 개발을 추진

◆ 개념

- (탑재FCC) 공공임무 활용에 필요한 보안 기능이 탑재되고, 국산부품 탑재 지원을 위한 오픈플랫폼 구조기반의 탑재컴퓨터와 비행제어SW를 개발해 국내 기업 및 개발자집단을 지원
  - \* 공공기관이 요구하는 데이터 및 통신보안을 지원하고, 다양한 국산 임무 및 센서 장비들의 탑재가 가능한 공개형 HW, SW 아키텍쳐
- (항법센서) 다양한 운용환경에서도 항법신뢰성을 담보할 수 있는 첨단 융복합 항법센서모듈\*을 개발하여 공공분야 무인이동체 안전요구에 대응하고, 소재·부품 분야 경쟁력 제고
  - \* EO/IR, IMU, GNSS, Sonar, jammer 등 항법 관련 센서를 융복합하여 다양한 운용환경에서도 안전한 항행을 할 수 있는 항법센서모듈



- (전동장치) UAVCAN기반으로 쌍방향 데이터 통신이 가능한 전기모터, ESC, 스마트배터리 등을 개발하고, 실시간 데이터기반으로 운용관리가 가능한 스마트전력운용SW 등을 개발
  - \* 모터, 배터리 등의 운용제어 데이터를 실시간으로 확인해 고장여부, 잔여전력량 확인 등이 가능해 안전한 운용이 가능
- (임무장비) 30fps, 2HD 이상급 해상도 등이 가능한 드론탑재형 IR카메라, 이동물체 감시 가능 Lidar 및 데이터처리 시스템 등, 미국 등의 수출규제로 확보가 제한되는 차세대 임무장비를 개발해 공공임무를 지원
- (제도개선) 제도개선을 통해 공공구매 무인이동체의 경우 공공 안전과 원활한 임무수행을 위해 국산 개발된 부품탑재를 조건으로 하여 수요견인을 통한 부품기업 자생력 강화 및 육성



#### ◆ 기대효과

- 무인이동체 핵심 부품인 항법장치, 탑재비행컴퓨터, 전동장치, 임무장비 등의 부품경쟁력 제고하고 공공용 및 군용 무인이동체에 요구되는 신뢰성 및 안전성을 확보
- 공공수요를 마중물로 소재·부품 기업을 육성하여 국내 무인이동체 산업 생태계 성장

- (부품생태계) 부품기업과 제조기업의 교류협력 기반을 조성하여 기업간 교류를 통해 플랫폼에 최적화된 부품의 개발·실증 활성화

부품생태계 조성 과제(안)

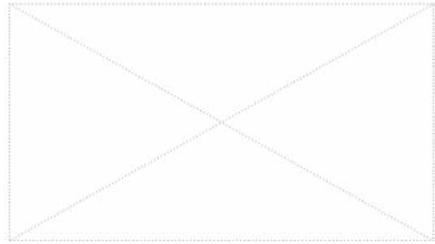
**과제 : 제조기업-부품기업 교류협력기반 조성**

◆ 추진배경 및 필요성

- 부품의 중요성이 증가함에 따라 주요 제조기업이 부품생태계를 조성하고 있으나, 국내는 제조기업과 부품기업의 교류와 협력이 부족한 실정이므로 이에 따라 제조기업-부품기업이 교류협력할 수 있는 기반마련 요구

◆ 개념

- 무인이동체 부품기업과 플랫폼 제조기업 간 부품 요구 성능 공유, 부품-플랫폼 매칭 및 최적화를 지원하는 온·오프라인 채널 구축
- 교류협력 기반을 바탕으로 국산부품 거래 증가 및 부품-제조 기업 공동개발 활성화



◆ 기대효과

- 부품기업-플랫폼 제조기업 간 기술교류 활성화를 바탕으로 국산 부품 경쟁력 제고

## VI. 결론

### □ 기대효과

- (기술경쟁력) 무인이동체 기술트렌드를 반영한 원천기술개발과 차세대 유망플랫폼 기술을 확보하여 글로벌 기술경쟁력 제고
- (시장경쟁력) 차세대 유망플랫폼 기술의 민간 이전·확산, 공공수요 기반 부품기업 육성을 통해 시장경쟁력 강화와 산업생태계 조성
- (활용기반 조성) 플랫폼-인프라 기술 간 연계를 통해 무인이동체의 활용기반 기술을 확보하고, 조기 시장 성장에 기여
- (안보기술 확보) 주요국의 무인이동체 핵심기술 수출통제에 따라 국내 기술을 확보함으로써 경제적·외교적 안보위협에 대응 가능
- (자율형 이동체에 대한 파급효과) 무인이동체의 기술은 자율주행 자동차, 자율운항선박, UAM 등 자율형 이동체와 많은 핵심 기술을 공유함으로써 다양한 신기술의 융합화, 신사업에 대한 선점화 기여

구분	무인이동체	UAM	자율주행차
구성 기술	탐지 및 인식	자율항법기술 전천후 상황인식 및 충돌회피 기술	인지기술
	자율지능	완전자율비행 조종기술	판단기술, 제어기술
	통신네트워크	비행체용 탑재 통신기술	네트워크
	동력원 및 이동	—	—
	시스템 통합	—	—
	HMI(Human Machine Interface)	—	HVI(Human Vehicle Interface)

\* 출처: 국토교통부 K-UAM 기술로드맵(2021.3), 교통안전공단 홈페이지 등 재정리

### □ 향후 추진계획

- 신규 발굴된 공통핵심기능기술 관련 기술수요는 현재 추진중인 무인이동체 R&D사업\*에 반영함으로써 기술트렌드 대응 강화
- \* 무인이동체 원천기술개발사업('20~'27, 1,495억원)은 최초 로드맵에 따라 6대 공통원천기술 및 3개 기술 실증기에 대한 R&D 추진

- 또한, 국방부 기술전략\*과 연계한 민군 겸용 핵심원천기술 공동 개발 등을 통해 기술 성과 활용성 제고 및 첨단 국방기술 획득을 지원

\* 미래국방 2030 기술전략(국방기술진흥연구소, '22.3월)

- 차세대 유망 플랫폼, 인프라기술에 대해서는 수요 예상 기관 및 관계부처와의 협업 등을 통해 원천기술 확보 및 실증기 개발 추진

기술분야		연구 과제
플랫폼		■ 곤충형, 자율협력형, 분리합체형, 육공복합형, 성충권체공형
인프라	서비스 인프라	■ 도심 혼잡환경 비가시권 자율비행을 지원하는 무인아동체 ICT 융합 플랫폼 기술 ■ 실시간 다이나믹 서비스를 지원하는 무인아동체 기반 메타모빌리티 플랫폼 기술
	안티드론	■ 안티드론 지상기반 지능형 대능장비 및 통합솔루션 개발
	관제	■ UTM-GCS 연계기술 및 육해공 통합관제 시스템 개발

- 국산 핵심부품 개발 지원 및 부품생태계 조성으로 산업경쟁력 제고
- (핵심부품 개발) 국산 활용률이 낮고 종속대응 등이 필요한 비행제어시스템, 추진계통, 항법장치, 임무장비에 대해 우선 부품개발 지원
  - \* 국산 활용률이 높은 지상장비, 가격경쟁력이 우수인 프로펠러/기체프레임, 관련 R&D가 추진중인 통신장치 등은 핵심기술 R&D 중점 지원

핵심부품	개발 과제
비행제어시스템	오픈플랫폼형 탑재컴퓨터 HW·SW
추진계통	UAVCAN기반 ESC-모터-배터리
항법장치	융복합 항법센서
임무장비	임무용 IR카메라, Lidar

- (부품생태계) 국내 부품기업과 플랫폼기업간 교류를 통해 협력 기반을 조성\*함으로써 국산부품 공동개발 및 거래 활성화 촉진
  - \* 부품 요구 성능 공유, 부품-플랫폼 매칭 및 최적화를 지원하는 온·오프라인 채널 구축

순번	구분	소속	이름/직책	전문분야
1	학	경북대학교	이현범 교수	탐지 및 인식
2	학	서울과학기술대학교	이승제 교수	탐지 및 인식
3	학	한국과학기술원	최한림 교수	자율지능
4	학	한국항공대학교	장대성 교수	자율지능
5	연	한국전기연구원	이기창 박사	동력원 및 이동
6	연	한국전기연구원	이지영 책임연구원	동력원 및 이동
7	연	한국전자통신연구원	강유성 박사	통신 및 네트워크
8	연	한국전자통신연구원	김주한 책임연구원	통신 및 네트워크
9	연	한국항공우주연구원	황인성 박사	시스템통합
10	연	한국기술교육대학교	문성태 교수	시스템통합
11	연	한국항공우주연구원	장병욱 선임연구원	시스템통합
12	학	건국대학교	김상호 교수	휴먼-머신 인터페이스
13	학	아주대학교	권용진 교수	휴먼-머신 인터페이스
14	연	한국기계연구원	이한민 박사	차세대플랫폼(육상)
15	연	한국기계연구원	김민국 선임연구원	차세대플랫폼(육상)
16	연	선박해양플랜트연구소	전봉환 박사	차세대플랫폼(해양)
17	연	선박해양플랜트연구소	박진영 책임연구원	차세대플랫폼(해양)
18	연	한국항공우주연구원	유혁 박사	차세대플랫폼(공중)
19	연	한국항공우주연구원	정연득 선임연구원	차세대플랫폼(공중)
20	연	한국항공우주연구원	배중원 박사	관제
21	연	원자력연구원	손준영 실장	안티드론
22	연	원자력연구원	탁태우 선임연구원	안티드론
23	연	한국전자통신연구원	임채덕 센터장	서비스인프라
24	연	한국전자통신연구원	정양재 책임연구원	서비스인프라

### 가. 국내 관련문서

- 국토교통부, 항공레저 초경량비행장치공역('20.12.)
- 미래창조과학부, ICT 융합 신산업 활성화를 위한 무인항공기 주파수 공급('16.12.)
- 과기정통부, 제3차 전파진흥기본계획('19~'23)('19.1.)
- 국립전파연구원, 해상·항공 기술기준 체계정비 및 전파품질 향상 방안 연구('17.12.)
- KISTEP, 기술동향브리프 06호 자율운항선박('20.6.)
- 관계부처, 일상 속 드론 상용화 지원을 통한 드론산업 경쟁력 강화 방안('21.12.)
- 관계부처, 혁신성장동력 시행계획('18.5.)
- 관계부처, 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵('20.6.)
- 한국교통연구원, 자율주행기술동향-기술수준 구분('16.04.)
- 항공업무용 무선설비의 기술기준, 일부개정 · 시행('18.07.)
- 미래창조과학부, ICT 융합 신산업 활성화를 위한 무인항공기 주파수 공급('16.12.)
- 한국항공우주연구원, 2020년 무인이동체 산업실태조사 결과 보고서('21.12.)
- 한국항공우주연구원, 2019년 무인이동체 및 드론활용 실태조사 보고서 ('20.12.)
- 항우연, 2021년 드론 핵심부품 국내 활용현황 및 국산화 계획 ('21.12.)

## 나. 국외 관련문서

- Unmanned Systems & Robotics in the FY2019 Defense Budget('18.06.)
- SJU Single Programming Document 2018–2022('18~'22.12.)
- SESAR JU, European ATM Master–Plan('19.12.)
- RUSI, “Operation Z : The Death Throes of an Imperial Delusion”('22.04.)
- levitatecap, The Future of the Drone Economy('20.12.)
- Mordor Intelligence, GLOBAL UNMANNED MARINE VEHICLES MARKET(2021–2026)('21.)
- UNMANNED GROUND VEHICLES (UGV) MARKET – GLOBAL FORECAST TO 2030('20.08.)
- MIT Technology review('15.)

## 다. 전문용어 및 약어

약어 또는 전문용어	설명
AAM	UAM을 포괄하는 개념으로 복잡한 도심을 비롯해 지역 거점 간 항공 이동까지 포함하는 이동수단
AAWA	Advanced Autonomous Waterborne Applications, 고급 자율 수상 응용 프로그램
ADAS	첨단운전자보조시스템
ASM(Application Specific Message)	해안으로부터 100km 이내의 선박에 각종 정보 공 및 교환을 가능하게 하는 디지털 통신시스템
AV	자율주행차
CCD 이미지센서	는 빛 에너지로 발생된 전하를 축적한 후에 전송 최종단에서 전하가 전기적 신호로 증폭되어 전환, Photon에 의한 각 셀 내의 자유 전하량의 변화를 전기적 신호로 변환하는 구조. CIS 이미지센서는 빛 에너지를 전기적 에너지로 변환하여 영상정보를 읽음. 렌즈를 통해 들어온 아날로그의 영상신호를 전기적인 영상신호로 변환. 각 핀셀에서 빛 에너지로 발생된 전하를 전기신호로 변환하여 이동
CEPT	는 유럽우편전기통신주관청 회의라고 부르며 유럽연합에서 미국의 연방통신위원회와 한국의 방송통신위원회와 같은 역할을 하는 곳
CFR	연방법률규정
CIS	독립 국가 연합은 1991년 소련의 해체로 독립한 국가들의 국제기구이다. 러시아, 폴도바, 벨라루스, 아르메니아, 아제르바이잔, 우즈베키스탄, 카자흐스탄, 키르기스스탄, 타지키스탄이 공식 회원국으로 참여하고 있음
C-UAS	Counter-UAS의 약자로 자율비행이 가능한 드론에 대응하기 위한 체계 및 기술
C-UAS	Counter Unmanned Aerial Systems
C-V2X	이동통신기반-차량·사물통신
DDS	Defense Digital Service(DDS)는 미 국방부 장관실의 신속 대응 팀
DIU	미국 국방부 국방혁신단
EMSA	유럽해양안전청
EMSA	유럽해사안전국
e-Nav	e-내비게이션은 운항 및 관련 서비스의 품질향상을 통해 해상에서의 안전과 보안을 증진하고 해양환경을 보호하는 것을 목적으로 하고, 우리나라의 해상 환경에 특화된 e-내비게이션
Eurocontrol	유로컨트롤은 유럽 전체를 관할하는 항공 교통管制를 위해 1963년에 설립된 국제기구
eVTOL	전기 수직 이착륙 항공기
FAA	미연방항공청
FAA	미국연방항공국
FCC	미국연방통신위원회
FUA(Flexible use of Airspace)	공역을 민 군 공역으로 구분하여 배정하지 않고, 하나의 연속체로써 사용자의 요구사항을 최대한 수용하는 공역관리 기법

약어 또는 전문용어	설명
Geo-fencing	지오펜스는 실제 지리적 영역에 대한 가상 경계
GNSS	글로벌 카테고리 위성
IALA	국제 항로표지협회
ICAO	국제 민간 항공기구
IMO	국제 해사 기구는 해운과 조선에 관한 국제적인 문제들을 다루기 위해 설립된 국제 기구로, 유엔의 산하 기관
IMS	선박식별 및 추적 시스템으로, 위성 AIS 시스템 등을 활용하여 수집한 선박 위치 정보를 수신·처리·배포하는 유럽 해역의 통합 해상 교통 정보 제공체계
ITU	국제 전기통신연합
L-ADS	Data 서버에 수집된 센서 데이터를 사용하여 드론의 팀지 정확도 향상과 탑재된 교란 장치를 사용하여 보호구역 밖에서도 Soft Kill 형태의 드론 교란 가능
LAANC	저고도 승인 및 알림기능
LIDAR	라이더는 레이저 펄스를 쏘고 반사되어 돌아오는 시간을 측정하여 반사체의 위치좌표를 측정하는 레이다 시스템
MaaS	서비스형 모빌리티
MIT	매사추세츠 공과대학교
MRO	Maintenance(유지), Repair(보수) and Operation(운영)의 약자로 운영 관리를 의미
MUM-T	Manned-Unmanned Teaming 유무인 복합 운용체계
MUNIN	Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks, 네트워크 지능화를 통한 해상 무인 항법
NAIMS	국가공역시스템, 민 군 공역 이용자가 시스템을 통해 사용요청·승인이 가능하며, 실시간 공역 사용 여부를 확인 가능하도록 보안 솔루션이 강화된 협력 도구로 전환
NARAE	국가 항행 계획 NARAE(National ATM Reformation And Enhancement), 순우리말로 '날개'를 의미
NASA	미국 항공 우주국
NDDS	항법 데이터 분석 시스템
NHTSA	미국 도로 교통 안전국
NPRM	규칙 제정 공고
PAV	개인용 비행체
ROSCOSMOS	러시아의 우주 기관
RTK(Real Time Kinematics)	실시간 이동 측위
RUSI	영국 왕립 함동 군사 연구소
SAE	미국 자동차 공학 협회
SafeSeaNet	선박 교통 모니터링, (해상 안전, 항만 및 해상 보안, 해상 교통 및 운송 효율성 제고를 위해 해상 교통 정보를 교환(선박↔육상)하는 해상 교통 모니터링

약어 또는 전문용어	설명
	시스템)
SDA	연방자율주행법
SDK(Software Development Kit)	소프트웨어 개발 도구 모음
SESAR	Single European Sky ATM Research는 유럽 항공과 항공 교통 관리를 완전히 정비하기 위한 공동 프로젝트
SLAM	동시적 위치추정 및 지도작성
SRIA	EU 전략적 연구 및 혁신 의제
STM	터키방산업체
UAV	공중무인이동체, 조종사를 태우지 않고, 공기역학적 힘에 의해 부양하여 자율적으로 또는 원격조종으로 비행을 하며 무기 또는 일반화물을 실을 수 있는 일회용 또는 재사용할 수 있는 동력 비행체
UGV	육상무인이동체, 이동체 내부 및 외부의 컴퓨팅 시스템에 의한 자율제어 및 원격조정으로 이동과 임무 수행이 가능하며, 차륜이나 궤도, 관절 등 지면과의 접촉(마찰)을 통해 이동 작업하고 탑재된 임무 장비를 활용하여 목표 임무를 수행하는 이동체 및 운용 관리 시스템
UIR	고고도비행정보구역
UMV	해양무인이동체, 수상 또는 수중 등에서 운용되는 모든 무인이동체를 통칭하며, 수상에서 운용되는 무인이동체를 무인수상선박(USV)이라 하고, 수중에서 자유롭게 이동하면서 주어진 임무를 수행하는 무인이동체를 수중로봇(UUV)이라고 함
USDOT	미국교통부
U-Space	는 유인 항공, ATM/ANS 서비스 제공자(SP) 및 당국에 관리인터페이스를 제공하는 시스템을 의미
USS	UTM Service Supplier, 드론사용자에게 교통정보 등을 제공하는 사업자
USV	무인수상선박, 황천 중 작업처럼 위험하거나, 해양 감시, 해양 조사 등과 같이 장시간 임무를 대체하여 사용
UUV	무인로봇, 케이블이 연결되어 외부와 통신하고 전원을 공급하는 ROV (Remotely Operated Vehicle), 무선으로 운용되며 자체적으로 미션을 수행하는 AUV (Autonomous Underwater Vehicle)가 있음
UWB	(Ultra Wide Band) 초광대역
V2X	는 Vehicle to Everything의 약자로 운전 중, 유/무선망을 통하여 다른 차량 및 도로 등 인프라가 구축된 사물과 교통정보와 같은 정보를 교환하는 통신기술
VDES(VHF Data Exchange System)	초단파 대역 주파수를 이용하여 전세계 디지털정보 서비스를 주고받을 수 있는 차세대 통신기술
Vertiport	수직 이착륙기용 비행장
VTS(Vessel Traffic Service)	해상교통관제시스템)
오토클레이브	고압멸균
재밍	무선 방해
페이로드	는 사용에 있어서 전송되는 데이터를 의미
하베스팅	태양 에너지나 인체의 운동에너지 등 외부의 에너지를 모으고 저장하는 기술