

# 방위산업 분야의 자율주행기술 연구 동향

2023. 11. 8

(주) 테트라다인시스템

*The leader of Autonomous Robot Technology*

# 목 차

1. 개요

2. 방위산업 국내/외 연구개발 동향

3. 자율주행기술 H/W

4. 자율주행기술 S/W

5. 기술개발 응용 분야

6. 결론



# 1. 개요

- 국방 분야에서의 자율주행 차량은 작전의 안정성, 효율성, 유연성의 향상과 함께 군의 작전체계를 혁신적으로 바꿀 수 있는 잠재력을 가진다. 안정성 증대는 사고위험을 줄일 수 있다.  
차량관련 사고의 발생을 줄여 인명 피해 및 전투력 손실을 줄이고 생명 존중의 가치 실현할 훌륭한 해결책 가능.
- 효율성과 유연성 증대 인구절벽으로 인한 입대자원의 감소와 더불어 병 복무기간 단축, 군수부 개편으로 운전병 숫자 계속 감소, 자율주행 기술 도입 전시 24시간 동안 밤낮 구분없이 운전병 동원 최소화, 수송능력 확대 기여, 동원되지 않은 운전병 전투병 전환 군의 전투력 향상이라는 부가적인 효과 기대됨.

- 자율주행 자동차란 운전자가 핸들과 가속페달, 브레이크 등을 조작하지 않아도 정밀한 지도, 위성항법시스템(GPS) 등 차량의 각종 센서로 상황을 파악해 스스로 목적지까지 찾아가는 자동차(방산분야: 전차/장갑차, 자주포 등)를 말한다.
- 자율주행 시장은 2020년부터 본격적인 성장세에 진입한 후 시장조사업체 네비건트리서치에 따르면 세계 자율주행차 시장은 2020년 전체 자동차 시장의 2%인 2000억 달러를 차지한 뒤 2035년까지 1조2000억 달러에 달할 것으로 추정했다.

## 2. 방위산업 국내/외 연구개발 동향

## 2.1 지상 무인 로봇 개발 동향 (국내)

## 2. 국내/외 연구개발 동향

2004

2006

2007

2008

2010~



XAV I



FABOT I



자율주행  
시뮬레이터



다목적 견마  
(응용연구)



다중센서  
(시험개발)



KAIST



XAV II



FABOT II



형상제어  
시뮬레이터



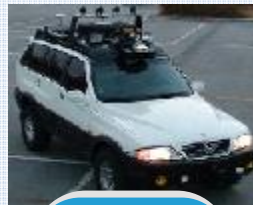
다중센서  
(응용연구)



XAV III



무인 FA



월드모델  
시뮬레이터



소형로봇



경전투로봇  
(시험개발)

자율주행 2~3단계

자율주행 4단계

자율주행 5~6단계



## 2.1 지상 무인 로봇 개발 동향 (국내)

## 2. 국내/외 연구개발 동향

2018~





다족 보행 로봇



무인수색차량



웨어러블 로봇

기업	현황
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대테러작전용 다족보행로봇 개발 착수(8.10) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2024년까지 대테러작전용 다족보행로봇을 개발하고 로봇 본체, 임무장비 및 원격조종장치 등 시제품을 육군에 납품</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인수색차량, 폭발물 탐지 로봇, 경찰 로봇 등 다양한 국방 로봇 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 금년부터 본격적인 무인수색차량 개발 추진</li> <li>- 2023년 6월까지 폭발물 탐지제거 로봇 체계 개발을 완료하고 양산 예정</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한컴인스페이스와 업무협약을 체결(5.2)하고 웨어러블 로봇 개발 고도화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- LIG넥스원의 웨어러블 로봇과 한컴인스페이스의 기술과 네트워크를 접목하는 등 활용성을 높이기 위한 연구개발(R&amp;D) 진행</li> </ul> </li> </ul>



폭발물 탐지 로봇



경찰 로봇



## 2.1 지상 무인 로봇 개발 동향 (국내)

## 2. 국내/외 연구개발 동향

2023



다목적 무인 차량

유무인 복합전투체계



## 2.1 항공우주 산업개발 동향 (국내)

## 2. 국내/외 연구개발 동향



### 군수



조립생산/기술도입생산

독자/국제공동개발

### 민수



드론 이란? '실제 조종사(human pilot)'가 탑승하지 않은 채 비행할 수 있는 기체 또는 항공체



군사적으로 드론은 광학, 적외선, 레이더 센서 등을 탑재하여 감시, 정찰, 정밀공격무기의 유도, 통신/정보중계 등의 임무를 수행한다.

## 2.1 항공우주 산업개발 동향 (국내)

## 2. 국내/외 연구개발 동향



대한항공 Lift & Cruise(수직이착륙 무인기) (KUS-VS)



차기군단무인기(KAI)



중고도 무인정찰기(대한항공)



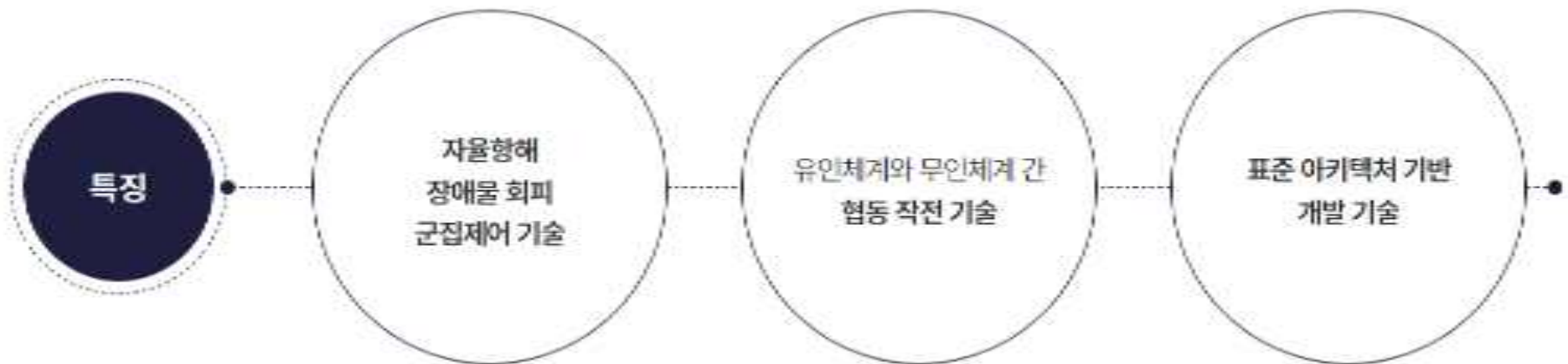
2010~현재

- 항공기 수출산업화 시대 개막 (7개국 137대 누적 수출)
  - \* KT-1, T-50, FA-50의 인도네시아, 터키, 페루, 이라크, 필리핀, 태국, 세네갈 수출
- B787, A350, A320 등 최신 여객기 기체부품 국내 생산
- KC-100 개발 및 소형 민항기 FAA BASA 인증
- 한국형 우주발사체 (KSLV-I) 개발
- 소형 경공격기 FA-50 개발 • 양산 및 해외 수출
- 해외 민항기 제작사에 부품수출 증가
- 보라매사업(KFX), 소형민수/공격헬기사업(LCH/LAH) 개발 추진
- 드론(UAV) 및 항공기정비(MRO) 사업 육성 추진

분야	업체수	주요업체
체계종합	2	KAI, 대한항공
항공기체	45	아스트, 샘코, 율곡, 하이즈항공 등
항공전자	24	LIGNex1, 한화시스템(舊 한화탈레스) 등
부품/장비	15	현대위아, 한화/기계 등
추진계통	5	한화테크윈, 한국로스트왁스 등
무인기	5	유콘시스템, 대한항공, KAI 등
계	106	-

### 해양 무인체계란?

대잠전, 기뢰 대함전, 감시·정찰, 해양 정보 조사, 정보 작전 등 다양한 임무에 활용될 수 있는 무인 체계. 무인 잠수정 체계, 무인 수상정 체계로 분류할 수 있습니다.





## 2. 국내/외 연구개발 동향

「저렴하고 아름다운 옷을 찾는 여성에게만」  
「저렴하고 아름다운 옷을 찾는 여성에게만」

### 대잠전

#1

대잠 또는 대원수계를 통한 저 침수형 잠지

#2

무인수상함과 무인잠수정간 협업을 통해  
대잠 추적, 정보 수집후 상황 전파



## 2.1 해양 무인체계 개발 동향 (국내)

## 2. 국내/외 연구개발 동향

## 대기리전

## 41

\*나구 기르 닥과 식별 및 위치 확인

## 10

기어짜가치기 운동 후 기어짜중 하반 및  
내장근 단두로 기어 짜기





## 2.1 해양 무인체계 개발 동향 (국내)

## 2. 국내/외 연구개발 동향



[ 대양전기공업의 무인기뢰 처리기 씨로버- M4 구성도 ]



[ 방위사업청이 개발한 무인수상정(USV) 해검 ]

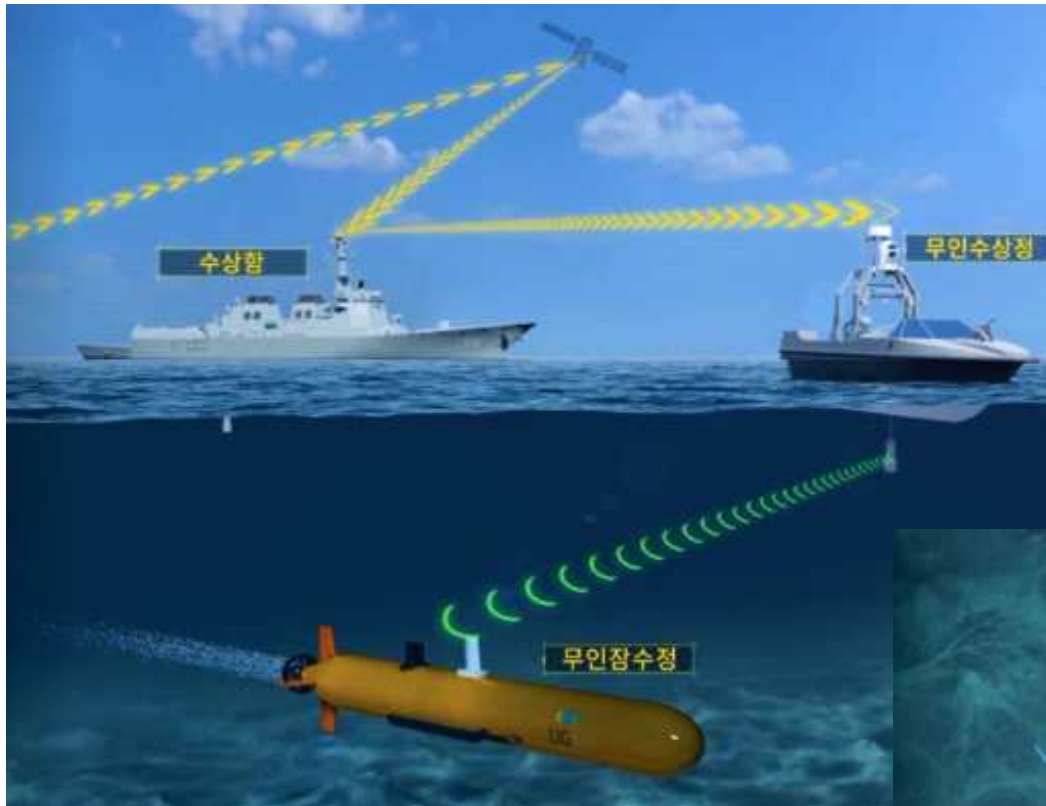


[한화시스템이 개발한 소모성 기뢰제거용 ROV]

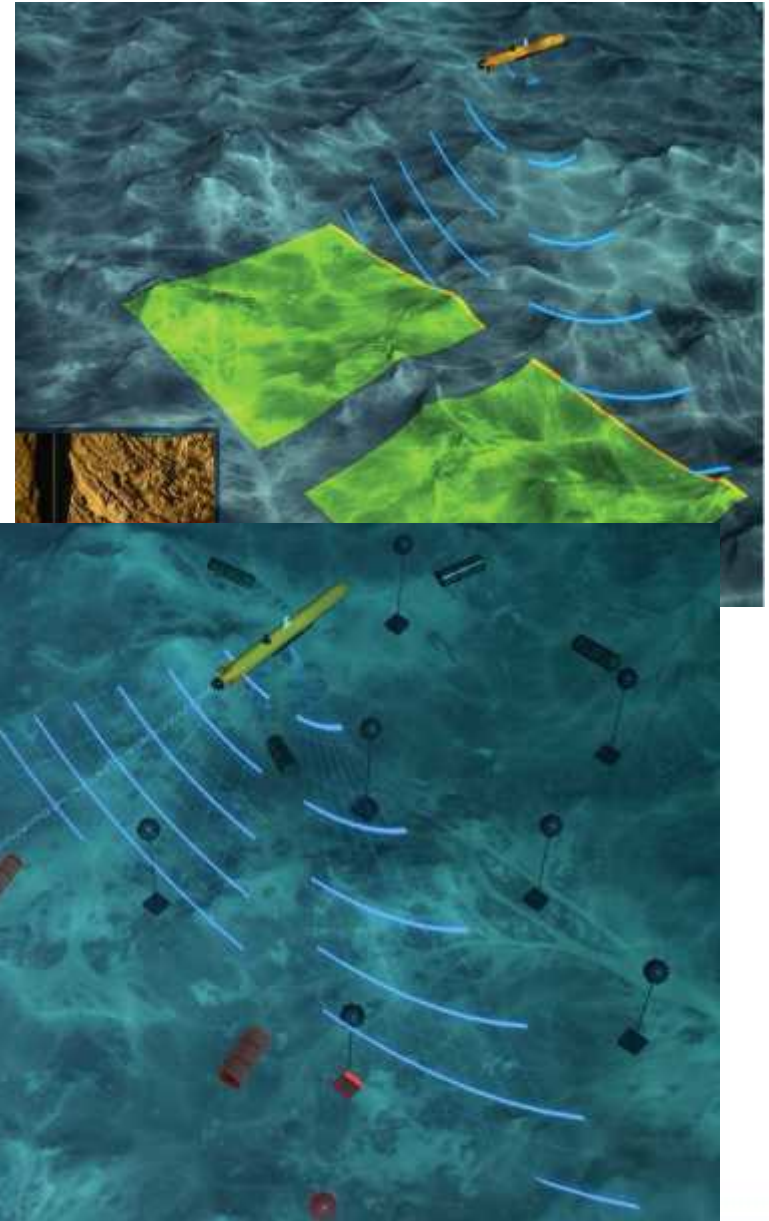


## 2.1 해양 무인체계 개발 동향 (국내)

## 2. 국내/외 연구개발 동향



수상함, USV, UUV 통합 운용도 (LIG넥스원)





미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2003년부터 FCS (Future Combat System) 사업 진행.</li> <li>• 현재 운용중인 로봇: MV-4B, MDARS, MK3, MK4, MARCbot, Toughbot, Talon, PackBot, Matilda 등</li> <li>• 아프카니스탄전에서 Matilda, PackBot, Talon등을 실전에 사용.</li> <li>• 정찰/경계, 화생방 탐지, 지뢰 제거, 폭발물 탐지/제거, 근접 전투 등 다양한 로봇을 개발하여 실전 배치.</li> </ul>
----	--

로봇	MV-4B	MDARS	Talon	MK4	Throwbot
사진					
기능	지뢰탐지	순찰/경계	폭발물처리	폭발물처리	건물내부감시

## 2.2 지상 무인 로봇 개발 동향 (해외)

## 2. 국내/외 연구개발 동향

구 분	종 류	활 용 분 야
휴대용 로봇	휴대용, 투척형, 협로형	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 병사 개인 운용</li> <li>• 근접 감시정찰, 폭발물 탐지 및 제거</li> </ul>
	    	<p>MATILDA      PACKBOT      ODIS      TALON      EOD MTRS</p>
소형 로봇 (3.5톤)	견마, 감시/정찰, 경전투, 지뢰탐지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 보병 부대 단위 운용</li> <li>• 보병전투선단의 정찰, 통로개척, 화력지원</li> </ul>
	    	<p>RONS      SARGE      REDCAR      GLADIATOR      Mini-Flail</p>

## 2.2 지상 무인 로봇 개발 동향 (해외)

## 2. 국내/외 연구개발 동향

구 분	종 류	활 용 분 야
중형 로봇 (10톤)	다목적 감시, 중전투	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기갑부대 단위 운용</li> <li>• 기갑전투 선단의 정찰</li> <li>• 기갑전의 근접전투 시 화력지원(중전투)</li> </ul>
	    	<p>MDARS      Demo III XUV      MULE      RCSS      UGV-ROP</p>
대형 로봇 (20톤 이상)	다목적 화력, 지휘통제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기갑부대 단위 운용</li> <li>• 후방에서 기갑부대의 작전지휘, 각 로봇의 조종/통제 (지휘차량)</li> <li>• 후방 화력 지원, 직사/곡사 가능 (다목적 화력)</li> </ul>
	   	<p>FCS ARV / RSTA      TARDEC      CMU CRUSHER      BAE Black Knight</p>

## 2.2 공중 무인기 개발 동향 (해외)

## 2. 국내/외 연구개발 동향



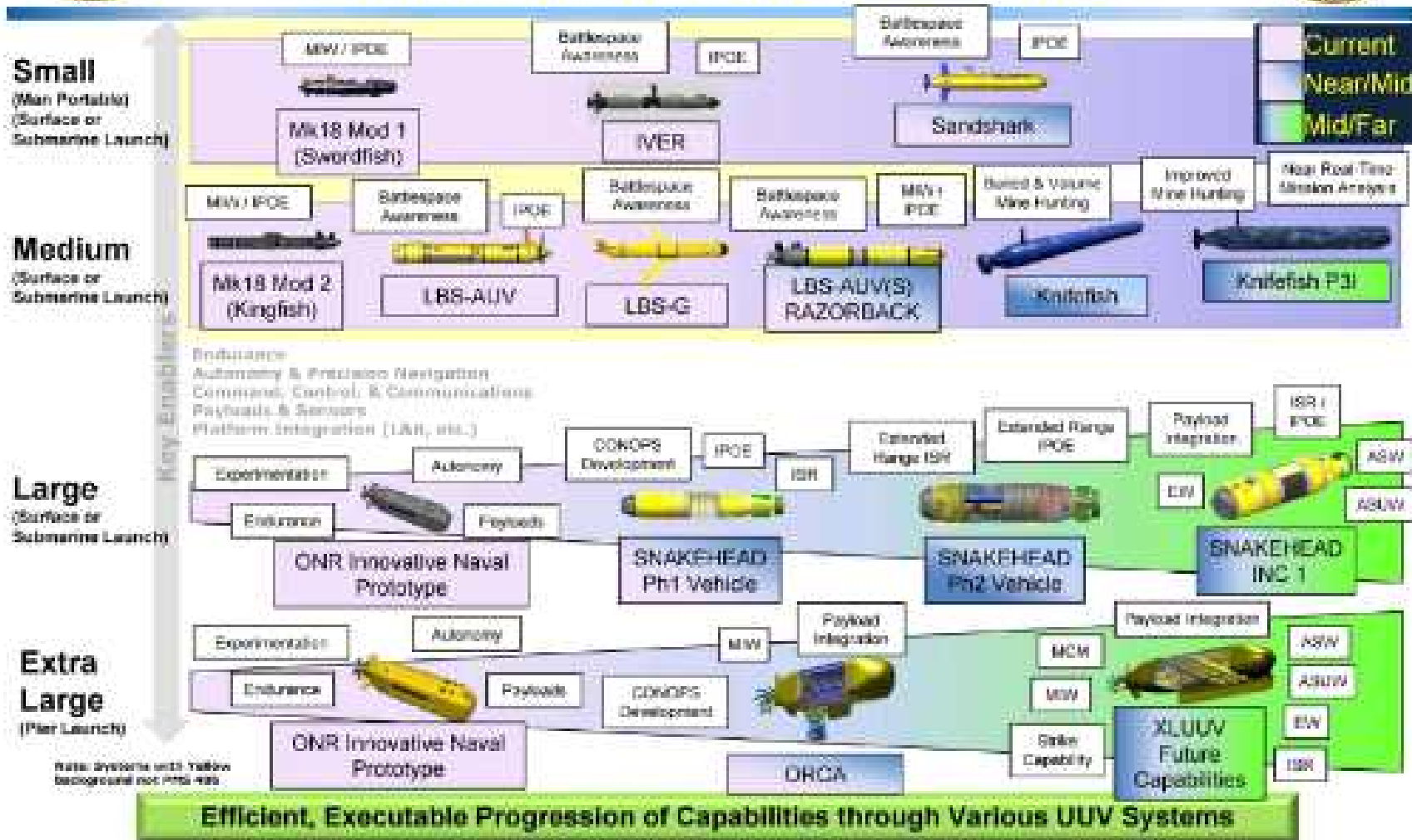
레이시온 무인기  
(라이다 및 인공지능 기술)







# UUV Systems Vision Enhanced, Efficient Capabilities



## 2.2 해양 무인체계 개발 동향 (해외)

## 2. 국내/외 연구개발 동향



[프랑스 ECA그룹의 기뢰탐지와 제거용 UUV]

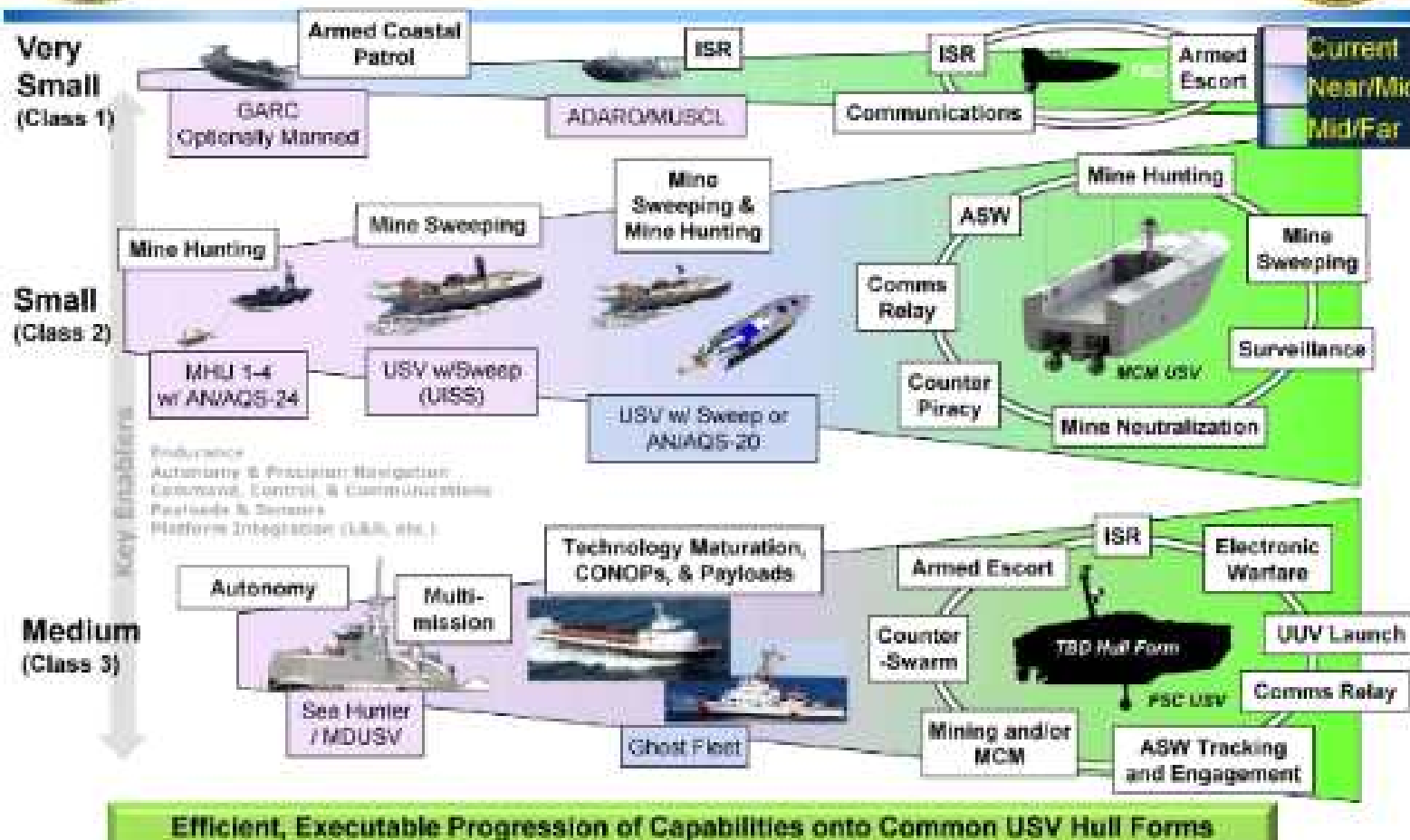


[기뢰제거용 폭약을 매단 독일 해군의 기뢰제거용 펭귄 B3 ROV]





# USV Systems Vision Enhanced, Efficient Capabilities



Distribution Statement A: Approved for Public Release; Distribution Unlimited. This Brief is provided for Information Only and does not constitute a commitment on behalf of the U.S. government to provide additional information and / or sale of the system

## 2.2 해양 무인체계 개발 동향 (해외)

## 2. 국내/외 연구개발 동향

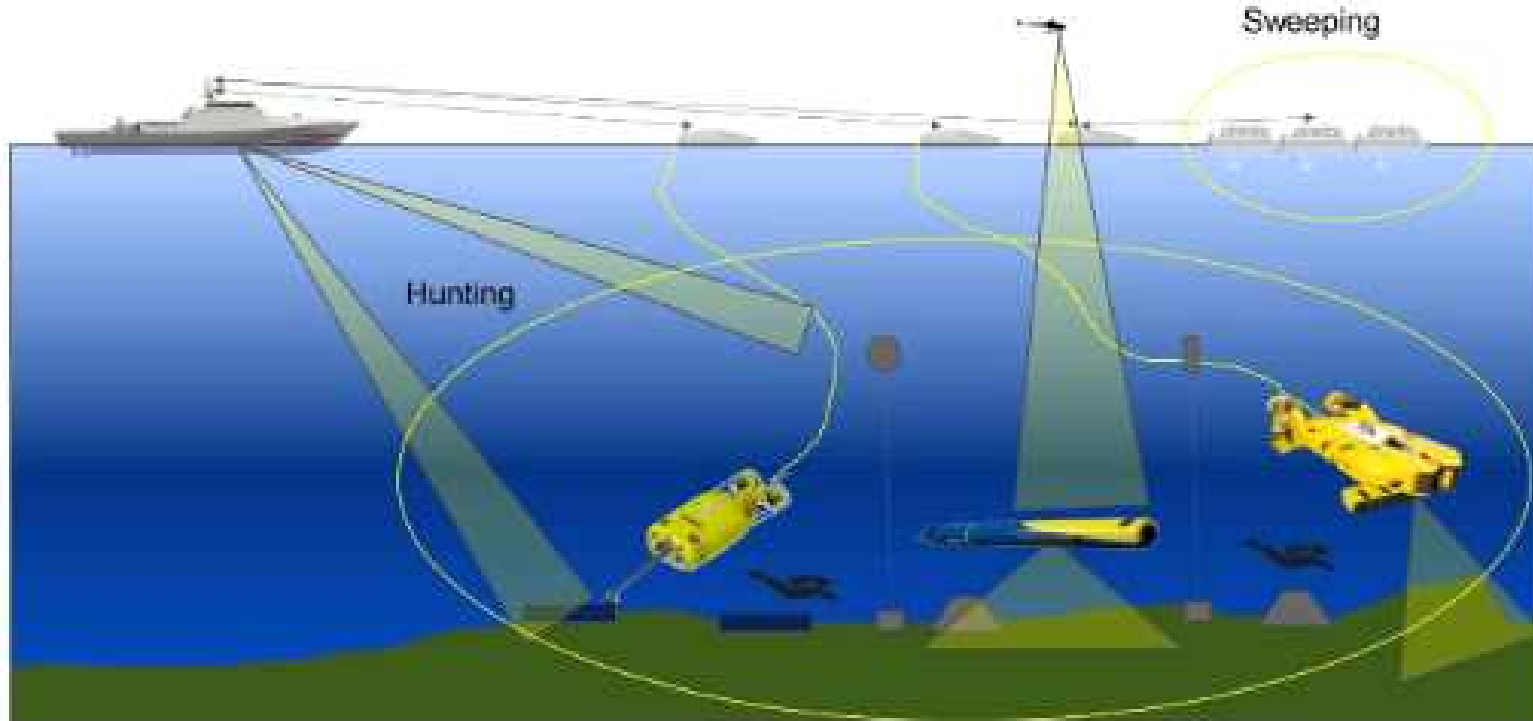


[AQS-24A 기뢰탐지소나 탑재 무인수상정 MHU]



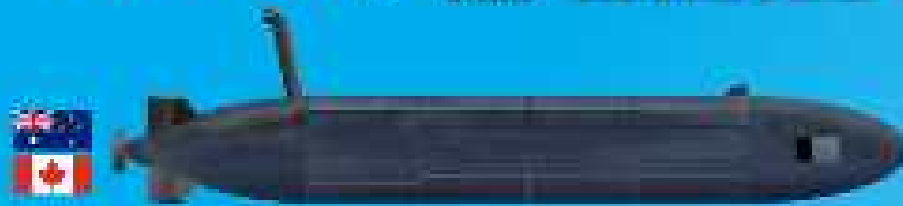
[미 해군 기뢰탐지위해 AN/AQS-20 가변심도소나를 장착한 AN/WLD-1V RMV]

### THE FUTURE **APPROACH**

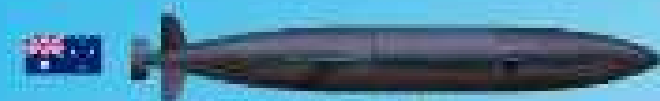


[수상함, USV, UUV간 네트워크로 확대되는 기뢰 탐지와 제거]

### World Large Autonomous Underwater Vehicles (AUVs)



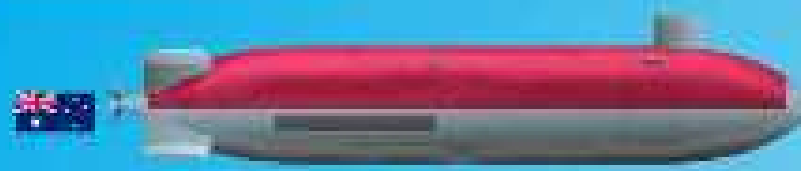
Sea Wolf



Spearhead HUV



HSU-001



Ghost Shark XL-AUV



IRGC XUV demonstrator



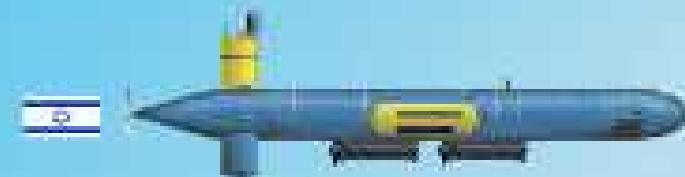
Oceanic Underwater Drone Demonstrator



ASWUV



Hugin



Caesarion

## 2.2 해양 무인체계 개발 동향 (해외)

## 2. 국내/외 연구개발 동향



### 3. 자율주행기술 H/W

### 자율주행 H/W

#### 지형감지장치

##### 지형감지센서

- 2D 라이다 (IBEO 1EA)
- 2D/3D 라이다 (SICK, Velodyne)
- 쌍안 카메라 (1SET)
- 차선검출 카메라 (1EA)
- FMCW (2EA)
- 초음파센서 (4EA)

##### 지형처리장치

- 2D/3D 라이다 처리컴퓨터
- 쌍안 카메라 처리 컴퓨터
- FMCW 처리 컴퓨터
- 융합월드모델 컴퓨터
- 통합월드모델 컴퓨터
- 초음파 처리 컴퓨터
- 인터페이스 및 기가 랜 스위치

##### 전원 분배 및 센서 구동장치

- 임무장비 전원 분배 장치
- 2D 라이다(IBEIO) 구동장치(1축)
- 2D라이다(SICK#1) 구동장치(1축)
- 2D라이다(SICK#2) 구동장치(1축)
- 쌍안 구동장치 구동장치(2축)
- AHRS (2EA)

#### 통합자율장치

##### 통합처리장치

- 통합 처리 컴퓨터
- 자율 주행 컴퓨터
- 경로 계획 컴퓨터
- 경로 분석 컴퓨터
- 센서 항법 컴퓨터
- 영상 항법 컴퓨터
- 인터페이스 및 기가 랜 스위치

##### 유무선 통신 장치

- 기가 랜 스위치
- WLAN

#### 휴대용통제장치

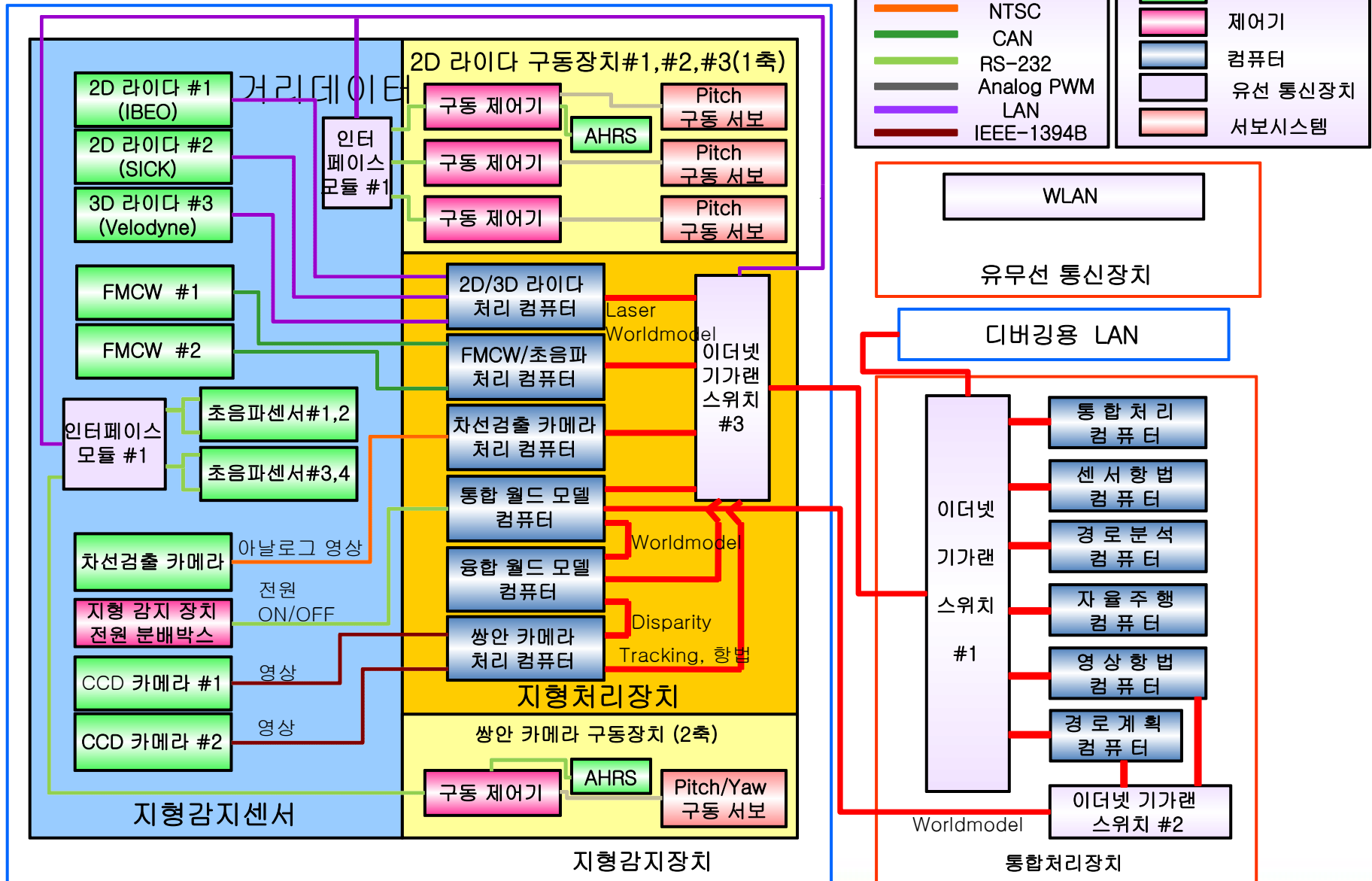
- 통합처리 컴퓨터
- I/O 제어기
- 기가 랜 스위치
- WLAN
- 휴대용 제어기

\* AHRS (Attitude and Heading Reference System)  
\* FMCW(Frequency-modulated continuous-wave)



## 3.2 H/W 인터페이스

## 3. 자율주행기술 H/W

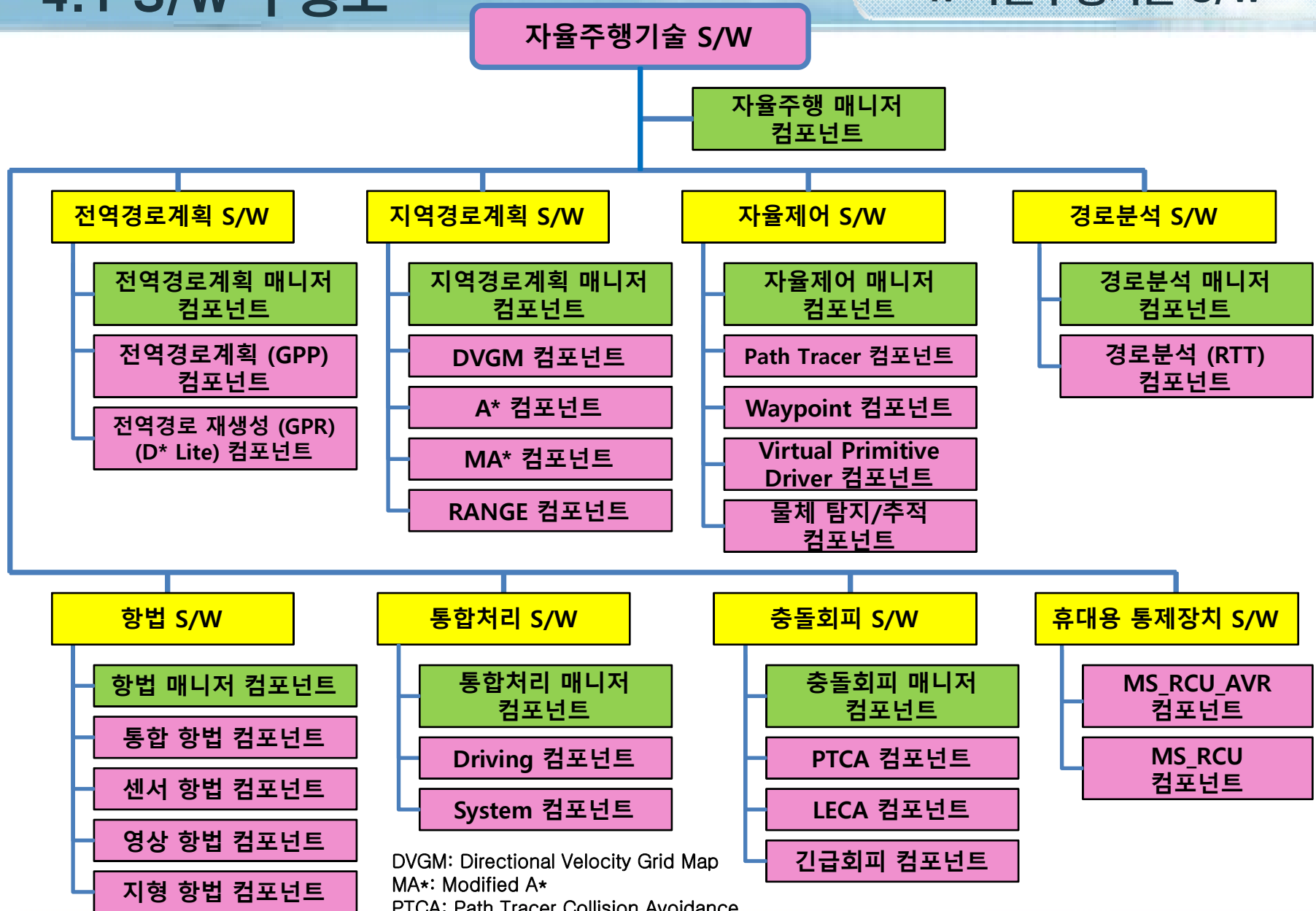




## 4. 자율주행기술 S/W

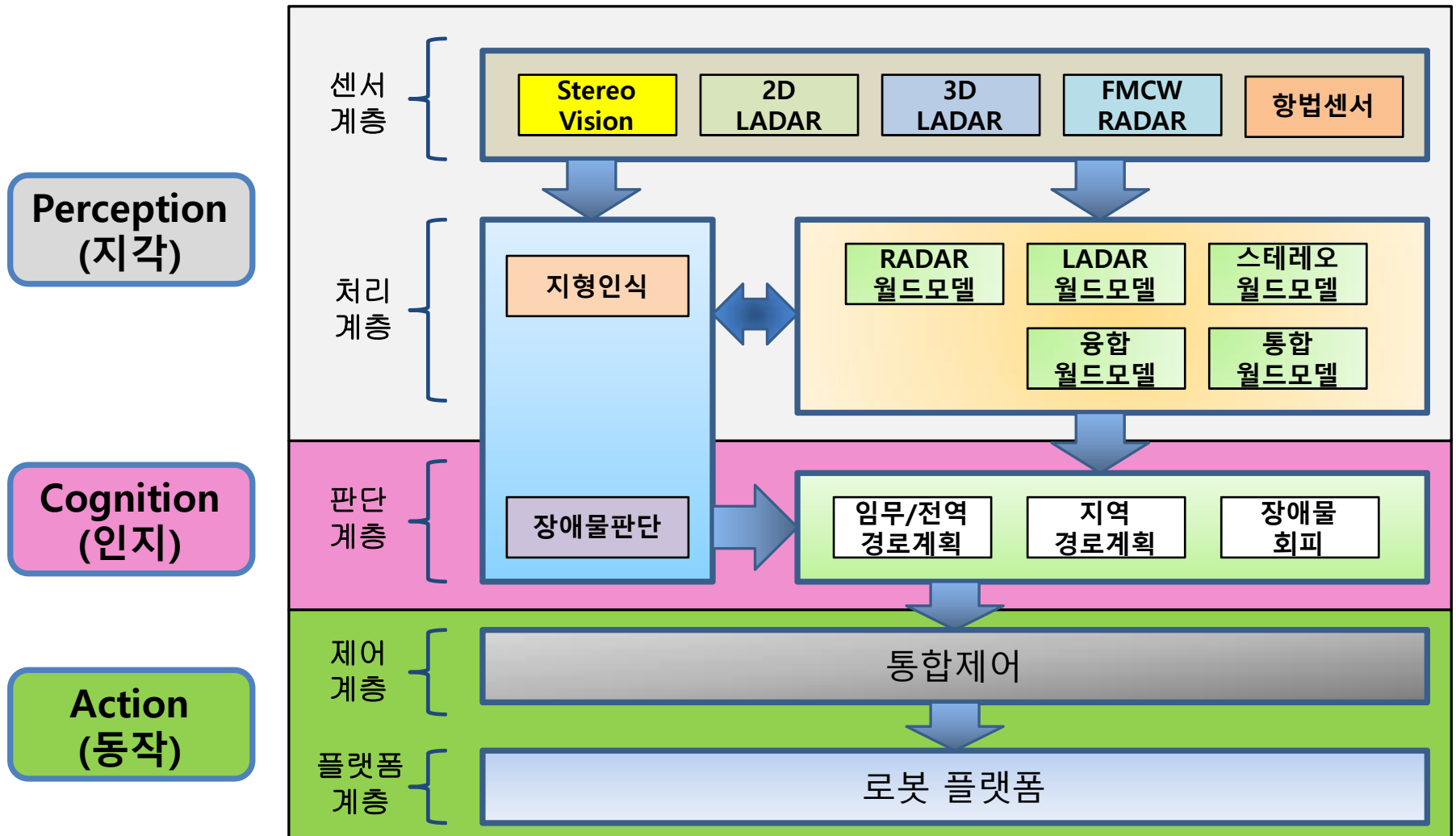
# 4.1 S/W 구성도

## 4. 자율주행기술 S/W



DVGM: Directional Velocity Grid Map  
MA\*: Modified A\*  
PTCA: Path Tracer Collision Avoidance  
LECA: Linear Estimated Collision Avoidance

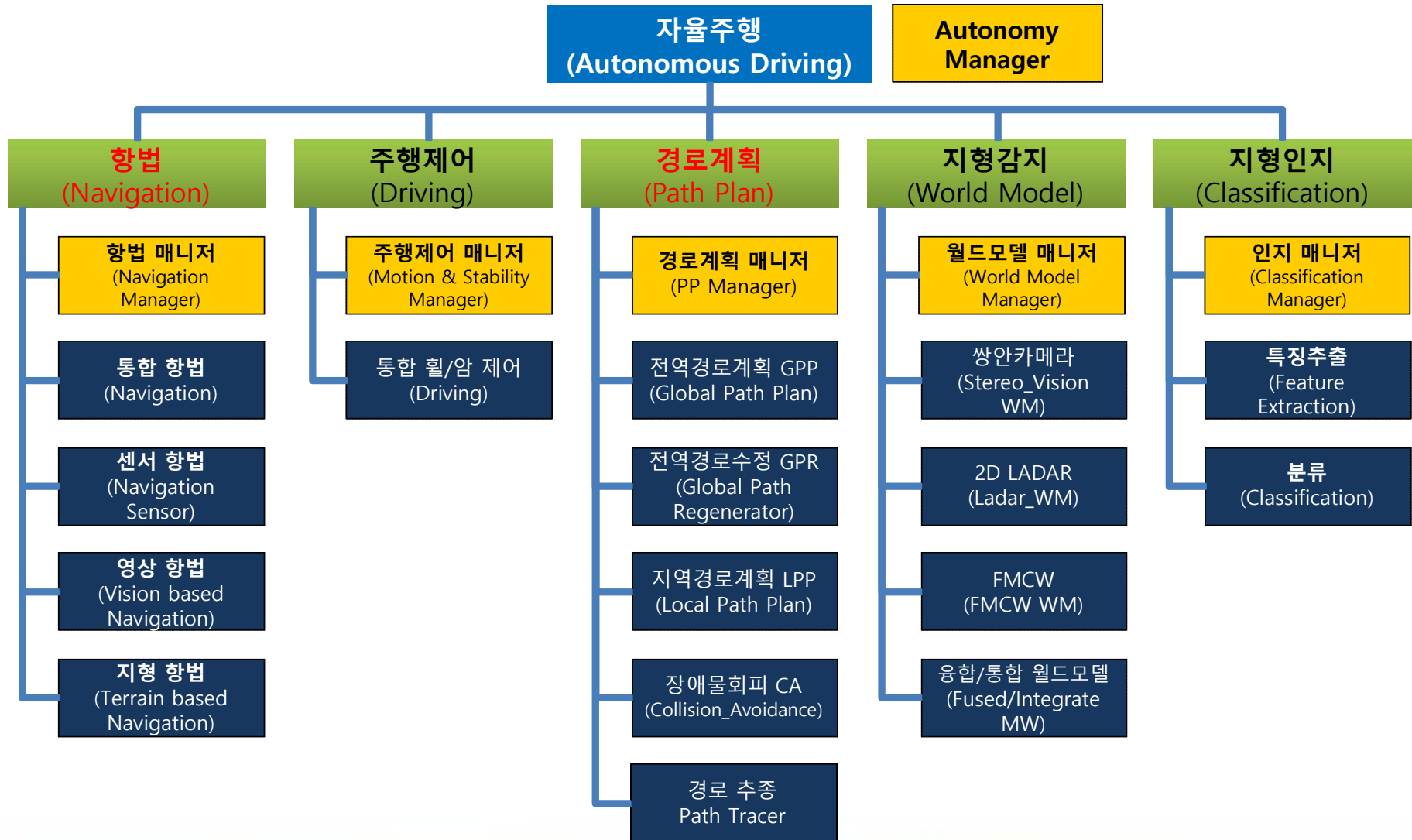
### 자율 아키텍처 : 계층 모델



## 4.2 자율주행 시스템 아키텍처

## 4. 자율주행기술 S/W

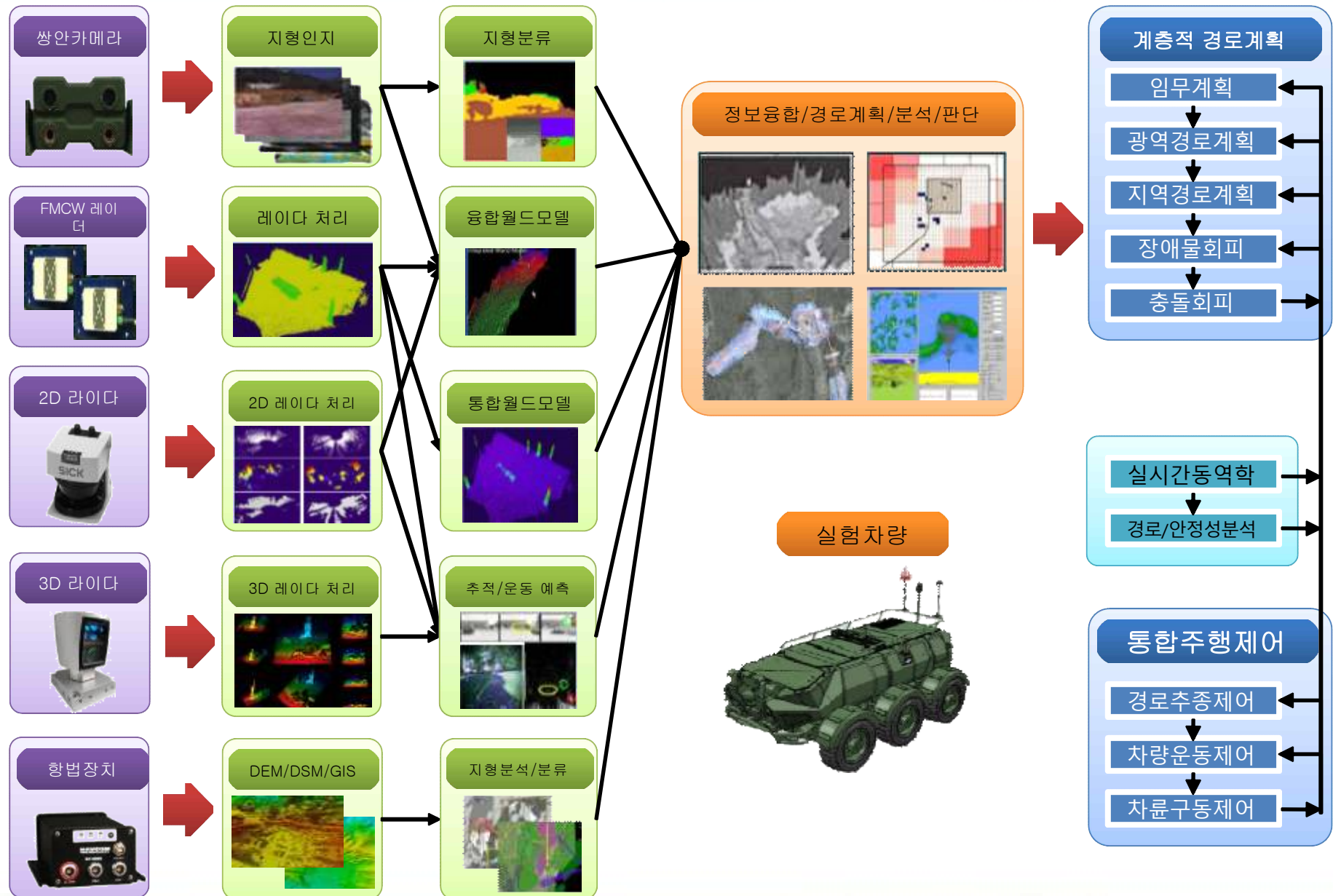
### S/W 구조 - Domain Model



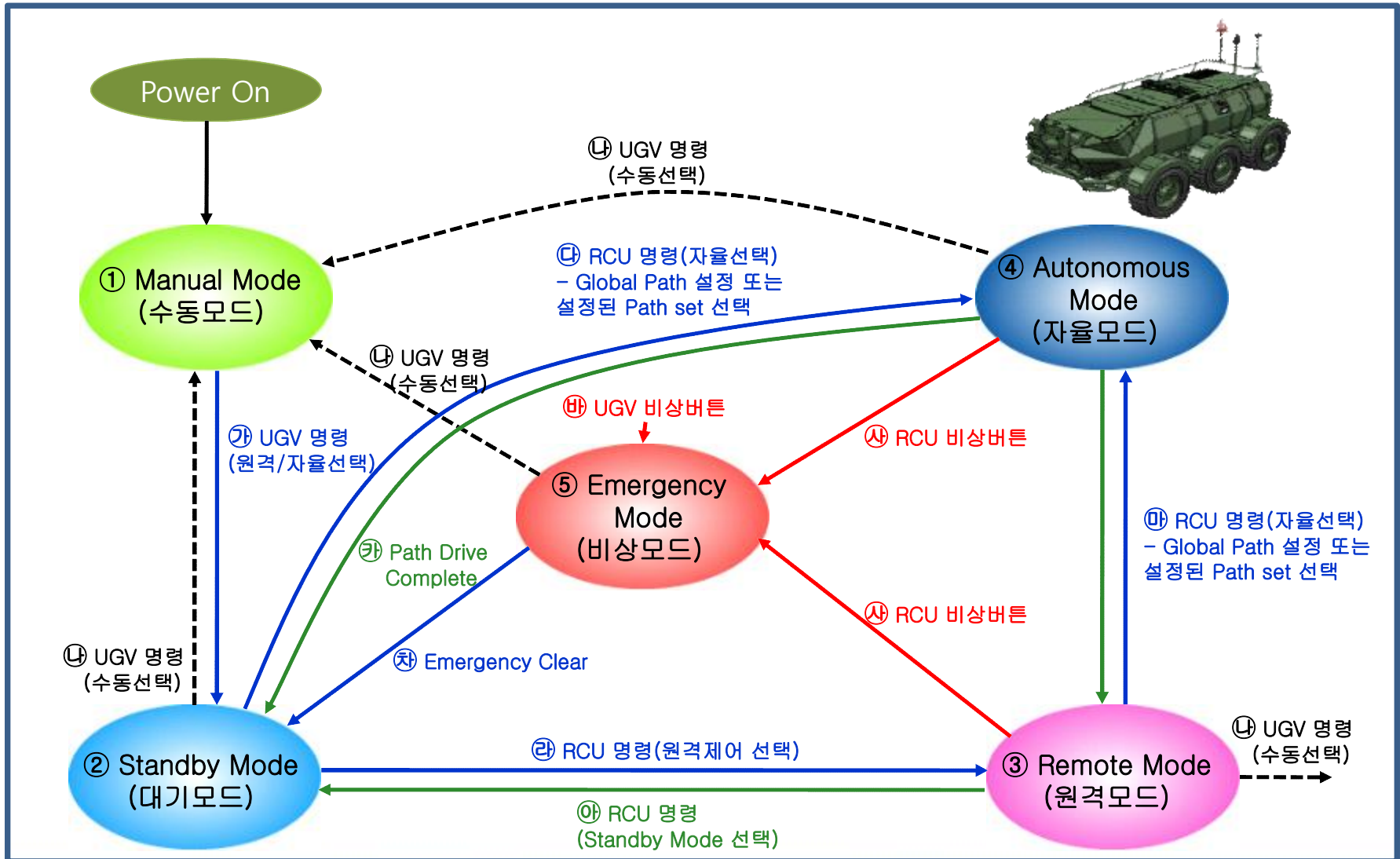


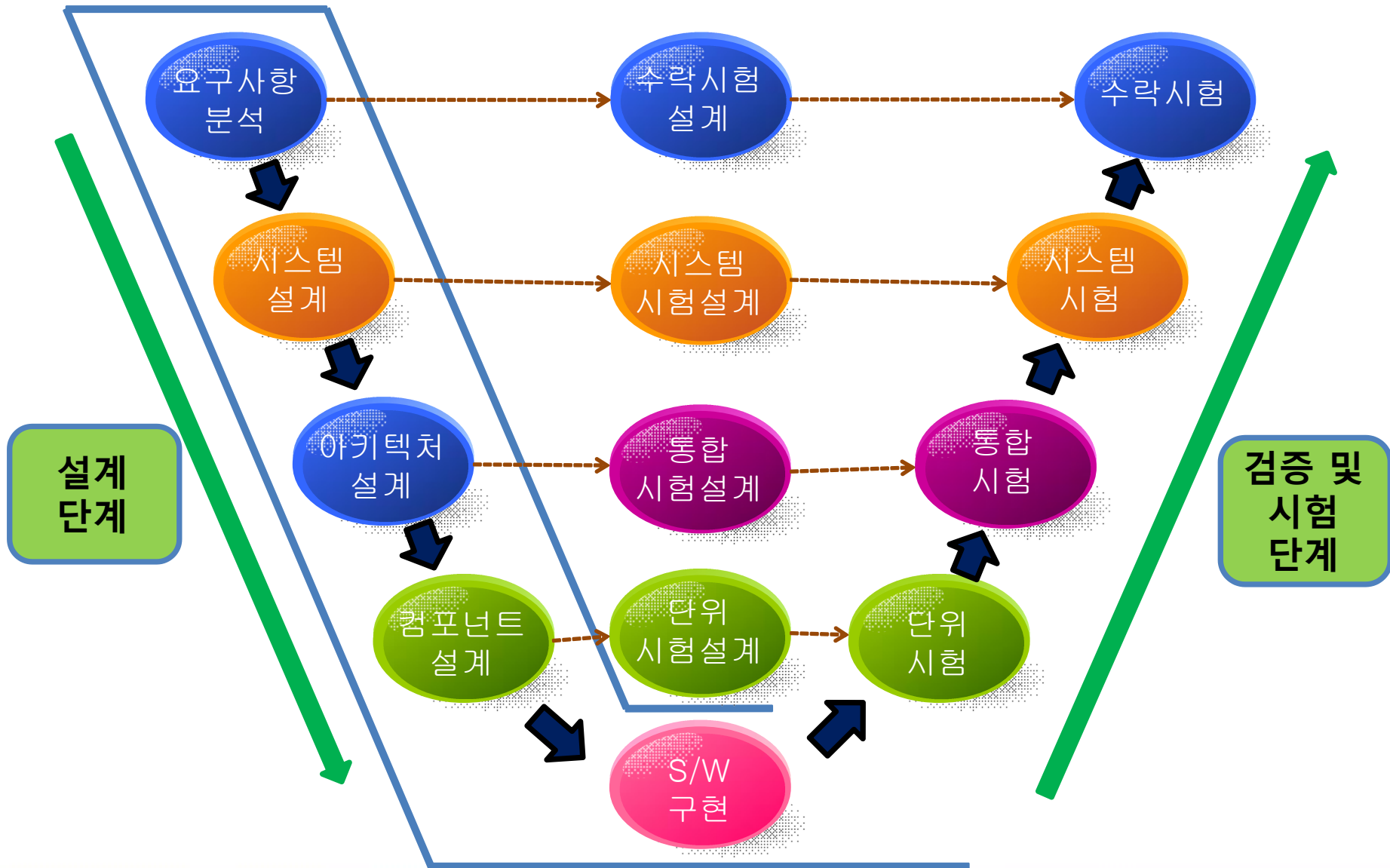
## 4.2 자율 시스템 기능 개념도

## 4. 자율주행기술 S/W



### 운용모드/상태전이





### 경로추적 및 충돌회피를 위한 S/W 구성

#### ■ Path Tracer

- 원격의 통제장치로부터 수신된 경로점 집합과 무인차량의 현재 위치를 기준으로 **무인차량의 조향 특성을 반영**하여 다음 추종할 경로점 선택

#### ■ Waypoint Tracer

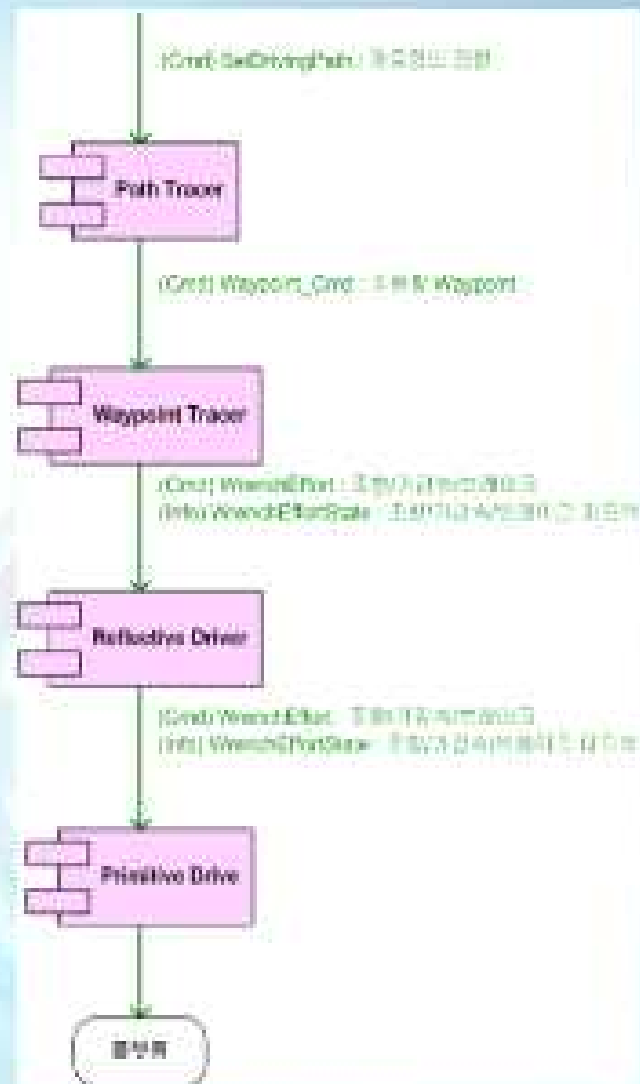
- Path Tracer로부터 수신된 경로점과 무인차량의 현재 위치 기준으로 선택된 경로점을 추종하기 위한 **가감속 명령과 노면 특성이 반영된 조향명령** 생성

#### ■ Reflective Driver

- Waypoint Tracer로부터 수신된 가감속/조향 명령, 2D 월드모델 융합 정보 및 **잠재장 기반 충돌회피 알고리즘** 기반 가감속/조향 명령 재생성

#### ■ Primitive Driver

- 정규화된 가감속/조향명령을 무인차량 플랫폼의 구동장치로 전달



## 계층적 경로계획 구성

계획계층	알고리즘	Map	Grid Size	Time Constraints
Mission Plan (MP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manual/Automation (Resource Allocation and Scheduling)</li> </ul>	군사지도, 상황도, FDB 등	수 Km 이상	≤ 30분
Global Path Plan (GPP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Multi Weighted A*</li> </ul>	FDB, DEM/DSM (Obstacle Map)	50~500m (Adaptive)	≤ 10분
Global Path Regenerator (GPR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>A* (First Plan)</li> <li>D* Lite (Replan)</li> </ul>	DEM/DSM (Obstacle Map)	5~30m (Adaptive)	≤ 5초
Local Path Plan (LPP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>RANGE</li> <li>A*, MA* (Path Smoothing)</li> </ul>	World Model (Obstacle Map) (OVGM)	0.4~2.2m (Adaptive)	≤ 0.1초
Collision Avoidance (CA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potential Field, LF, MPC</li> </ul>	Binary Map	0.02~0.2m (Vehicle size Range)	≤ 0.03초



### 알고리즘 종류

GPR 계층에 적용 알고리즘으로 D\* Lite 선택



구분	A*	Repeated A*	Basic D*	Focussed D*	LPA*	D* Lite
내용	A* algorithm	A* algorithm	A* algorithm	A* algorithm	A* algorithm	A* algorithm
First Search Algorithm	A* algorithm	A* algorithm	A* algorithm	A* algorithm	A* algorithm	A* algorithm
이전 탐색 정보를 재사용한 경로계획(Re-Planning) 가능 여부	×	×	○	○	○	○
로봇의 이동 고려	×	○	○	○	×	○
Re-planning 방법		반복적인 A* algorithm 수행	heuristic & back pointer 재사용. Key function을 통해 수행	D* algorithm과 동일. Focussed heuristic value와 Lower bound를 통해 국부지향적인 탐색범위 설정	누적비용값(g)과 그 한단계 예측값(rhs)의 locally consistent를 통해 수행	LPA* algorithm과 동일. h value & km 갱신을 통해 수행
특징	최적해 One-shot search method	A*와 동일	이전 정보를 활용하여 재 탐색영역을 적게함	Basic D*보다 재탐색영역이 적음. 확장이 어려움.	이전 탐색정보 활용. D* Lite로 발전	Focussed D*와 재탐색영역이 비슷함. 확장성이 좋음

## 5. 기술개발 응용 분야

- UGV(Unmanned Ground Vehicle)



- UAV(Unmanned Aerial Vehicle)



- USV(Unmanned Surface Vehicle)



### 주요 역할

- 연안 및 레이더 사각 지역을 감시 정찰 임무 수행
- 해상 재해 / 재난 초동 임무 수행
- 불법조업 및 표류 선박 식별 및 대응

### 주요기능

- 주·야간 감시정찰 (EO / IR, 레이더)
- 다중 장애물 회피 등 자율 운항
- 해상상태 3단계 이상의 원거리 원격 운용



- UUV(Unmanned Underwater Vehicle)



한화시스템, LIG Nex1,  
한국해양연구원,

- UUV(Unmanned Underwater Vehicle)

### Unmanned Maritime Systems (PB13 and beyond)

#### Mine Counter-Measures (MCM)

#### Maritime Security

#### Unmanned Surface Vehicles (USV)

#### Unmanned Undersea Vehicles (UUV)

Mine Countermeasure (MCM) USV

Recon Mine Hunting System (RMHS) AN/WMD-1

Surface Mine Countermeasure (SMCM) User Operational Footprint Sys (USOP-FS)

Battlepace Preparation Autonomous Undersea Vehicle (BPAUV)

MCV Mod 1 Superfish UUV Sys

MCV Mod 2 Kingfish UUV Sys

Surface Mine Countermeasure (SMCM) UUV

- ISR
- Port Surveillance
- Special Operations Forces (SOF) Support
- Electronic Warfare

SeaFox

MCV

MCV

Modular Unmanned Surface Craft (MUSC) Operational Customization Sys

Sea Scavenger

Sea Mover

Semi-Autonomous Hydrographic Recon Vehicle

Large Displacement Unmanned Underwater Vehicle (LDUUV)

Full Underwater Vehicle 2 Full Underwater Localization Sys (FURS)

Effortful Battlepace Surveying AUV Effortful Battlepace Surveying System

ECHO Ranger

### Robot Application

- Mobile Robot



### Robot Application

- Space Explorer Robot



큐리오시티

### BIG PICTURE OF LIDAR MARKET OPPORTUNITIES TIMELINE





# 5.1 Unmanned System

5. 기술개발 응용 분야



방위산업 자율주행 기술연구를 통하여 중요한 핵심 요소기술을 파악하고 부품에 대한 국산화를 하고 기 개발된 자율주행 기술을 효과적이고 신뢰성 있게 운영 할 수 있는 기법들의 연구와 개발하여 자율주행 기술의 체계와 운용 시에 필요한 기술들을 축적하고 원천기술의 확보를 통해 선진국과 대등한 경쟁력을 확보하는 것이다.

# 감 사 합 니 다



*The leader of Autonomous Robot Technology*