자율운항선박
도입 정책 세미나

2018년 2월 8일(목)

한국해양수산개발원 6층 대강당



주최/주관 KMI 한국해양수산개발원 KOREA MARITIME INSTITUTE

▣ 행사 프로그램

일정	발표내용	발표자
13:00~13:30	참석자 등록	–
13:30~13:45 (15′)	참석자 소개 및 환영사	양창호 원장(한국해양수산개발원) 박광열 청장(부산지방해양수산청)
13:45~14:05 (20′)	자율운항선박 해외 동향 및 전망	박한선 실장(한국해양수산개발원)
14:05~14:25 (20′)	자율주행 자동차 핵심기술 트렌드	정구민 교수(국민대학교)
14:25~14:45 (20′)	자율운항선박 관련 정책 추진 방향	윤현수 과장(해양수산부)
14:45~15:05 (20′)	자율운항선박의 미래	윤익로 박사(해양수산과학기술진흥원)
15:05~15:25 (20′)	자율운항선박의 핵심 요소기술	장화섭 박사(한국선급)
15:25~16:00	Coffee Break	–
16:00~17:30 (90′)	종합토론 (자율운항선박 도입에 따른 파급효과)	좌장: 이용희 교수(한국해양대학교) – 박호철 실장(부산항만공사) – 홍진택 부장(한국선주상호보험) – 이광일 교수(한국해양대학교) – 김경석 교수(한국해양수산연수원) – 원종천 부장(현대글로벌서비스)
17:30	폐회	–

참가 신청 : 온오프믹스 사이트(http://onoffmix.com/event/125413) 접속 및 등록 요청

▣ 환 영 사

안녕하십니까.
한국해양수산개발원 원장 양창호입니다.

먼저 바쁘신 일정에도 불구하고 「자율운항선박 도입을 위한 정책 세미나」에 참석해 주신 모든 내외 귀빈 여러분들께 감사의 말씀을 드립니다.
특히, 본 정책 세미나를 빛내주시기 위해 참석해주신 부산지방해양수산청 박광열 청장님께 감사의 말씀을 드립니다.
또한 이번 정책 세미나를 위하여 귀중한 시간을 내어주신 해양수산부 윤현수 과장님, 국민대학교 정구민 교수님, 해양수산과학기술진흥원 윤익로 박사님, 한국선급 장화섭 박사님과 좌장을 맡아 주신 이용희 교수님 및 전문가 여러분께도 감사의 인사를 드립니다.

존경하는 내외 귀빈 여러분!

현재 제4차 산업혁명은 전 세계의 가장 큰 화두로 부상하고 있으며, 이로 인하여 제조업뿐만 아니라 사회·경제 등 전 분야에서 패러다임의 변화가 가속화되고 있습니다.
세계 주요국은 성장한계에 직면한 자국의 산업부흥을 위해 ICT 기술융합 등을 통한 산업정책을 수립하고 투자를 강화하고 있으며, 우리나라 역시 대통령 직속 '4차 산업혁명위원회' 설치 및 IT업계 규제 완화 등 빠르게 변화하는 제4차 산업혁명 시대에 대응하여 미래사회 준비를 위한 혁신정책을 추진하고 있습니다.

그 중, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 빅데이터 등 제4차 산업혁명의 핵심 기술이 집약되어 있는 자율운행 기술은 그 변화의 중심에 있다고 할 수 있습니다.

이러한 자율운행 기술을 바탕으로 해운 · 항만 · 조선분야에서도 자율운항선박(MASS) 도입 및 활용에 대한 논의가 국제적으로 급속히 증가하고 있습니다.

최근, 국제해사기구(IMO)에서는 2018-2023 IMO 전략방향에 '자동화 및 원격운항'을 포함하여 자율운항선박과 관련된 국제협약 전반에 대한 검토 등 자율운항선박의 안전하고 효율적인 운항을 위한 준비를 시작하고 있습니다.

또한, 주요 선진국 및 산업계는 미래 자율운항선박의 도입에 따른 경제적 이득과 자율운항 기술개발의 표준화, 관련시장 선점 등을 위하여 적극적이고 구체적인 미래 발전방안을 논의해 나가고 있습니다.

세계경제포럼(WEF)에서는 제4차 산업혁명을 “디지털, 물리적, 생물학적 영역의 경계가 없어지고 기술이 융합되어 인류가 한 번도 경험하지 못한 새로운 시대”라고 정의하였습니다.

이와 같이 자율운항선박의 도입을 시작으로 향후 10~15년 이내에 자율운항선박의 통항이 활발해지고 상용화됨에 따라 해양 · 해운 · 항만 · 조선 등 국제적으로 폭넓은 산업이 연계된 새로운 해양시대가 열릴 것 입니다.

우리나라 역시 이러한 변화에 대비하여 해양과학기술 및 미래 성장산업 성장을 위해 해운 · 항만 · 조선분야를 총괄한 미래전략형 혁신기술 개발에 대해 보다 유연하게 논의해나가고, 국가 주도형 도입 정책 마련을 통해 보다 전략적으로 추진해 나가야 할 것입니다.

존경하는 내외 귀빈 여러분!

오늘 이 정책세미나는 자율운항선박 도입을 위한 정책동향 및 요소기술을 공유하고, 그에 따른 분야별 파급효과를 논의하기 위한 귀중한 자리입니다.

오늘의 주제발표와 토론을 통해 향후 해운 · 항만 · 조선분야를 한 단계 더 도약시키고, 자율운항선박 도입 및 상용화를 위한 초석이 되길 기대합니다.

본 정책세미나가 참석해 주신 여러분들에게 유익하고 뜻깊은 자리가 되기를 바라면서, 추운 날씨에 건강 조심하시고 행복하시기 기원합니다.

감사합니다.

2018. 2. 8.

한국해양수산개발원 원장 양 창 호

▣ 축 사

먼저, 최근 4차산업혁명에 대한 관심이 나날이 높아지고 있는 시기에 '자율운항선박 도입을 위한 정책세미나'가 개최된 것을 매우 의미있게 생각합니다.
뜻깊은 행사를 마련해 주신 양창호 한국해양수산개발원장님과 임직원 여러분께 감사의 인사를 전합니다.
그리고, 바쁘신 와중에도 불구하고 시간을 내어 향후 해운항만산업의 미래를 논의하는 오늘 세미나에 참석해 주신 내외 귀빈 여러분께도 깊이 감사드립니다.

내외 귀빈여러분!
4차산업혁명의 정의에 대해서는 많은 이견이 있지만 대부분이 동의하는 개념이라면 인공지능, 사물인터넷, 3D프린터 등 정보통신 및 과학분야의 첨단 기술들이 경제 사회 전반에 걸쳐 접목되는 현상이라는 것이라 할 수 있습니다.
이제 해운물류분야에서도 이러한 4차 산업혁명은 시작되고 있습니다.
세계 최대 선사인 머스크가 IBM과 함께 블록체인 합작사를 설립하면서 해운시장의 지각변동을 예고하고 있고, 로테르담, LA, 칭따오 등 선진항만에서도 아직 시범운영 단계이지만 항만의 완전자동화를 적극 추진하고 있습니다.

오늘 세미나의 주제인 "자율운항 선박의 도입"은 이러한 4차 산업혁명에 따른 변화의 물결이 선박에도 나타나고 있는 것이라고 생각합니다.
이미 e-Navigation, 자동항법장치 등은 일반화 되어 있으며, 앞으로는 출항부터 접안까지 모두 자율적으로 이루어지는 자율운항선박이 전 세계 바다를 누비는 상상력이 이제 현실로 이루어 질 수 있는 것입니다.

물론 그러한 미래가 현실이 되기까지는 아직 고려해야 할 점도 많습니다.
바다에서 이루어지는 많은 외부변수를 인공지능이 스스로 판단하고 대응할 수 있을 것인지, 위기 대응을 위한 최소한의 선원이 승선한다 하더라도 악조건의 바다위에서 그들만으로 충분히 대응이 가능할지, 항만별 특성에 따라 오랜시간 역량을 키워온 도선사들이 자율운항선박의 이·접안 과정에서는 어떻게 대응할지 등등 앞으로도 많은 연구와 고민이 필요할 것으로 생각합니다.

아직 많은 어려움과 고민들이 예상되는 자율운항선박이지만, 앞으로 그 미래가 현실로 다가왔을 때 세계 해운항만시장은 다시 한 번 크게 요동칠 것이라 믿어 의심치 않습니다.
정부 역시 세계적인 추세에 함께 발맞춰 대응하기 위해 자율운항선박의 관계부처인 해수부와 산업부가 함께 긴밀히 협의하며 정책방향을 고민하고 있습니다.
오늘 정책세미나에서 각 분야 전문가 여러분들께서 전문적인 고견과 참신한 아이디어를 제시해 주신다면, 앞으로의 정책방향 설정에 충분히 반영될 수 있도록 최선을 다해 노력하겠습니다.

마지막으로 자율운항선박의 미래에 대해서 고민할 수 있는 의미있는 자리를 만들어 주신 한국해양수산개발원의 양창호 원장님과 임직원 여러분께 다시 한 번 감사드리며, 오늘 여러 전문가들의 논의를 통해 우리나라가 자율운항선박의 미래를 선도할 수 있게 되기를 기원합니다.

감사합니다.

2018. 2. 8.

부산지방해양수산청장 박 광 열

SESSION 1. 주 제 발 표

1. 자율운항선박 해외 동향 및 전망

박 한 선

한국해양수산개발원 해사안전연구실장

• **키워드**

자율운항선박(MASS), 해사산업, 비즈니스 모델, 자율운항선박 도입 장벽, 해양안전 · 환경 · 법제도 정책

• **주요 경력**

한국해양수산개발원 해사안전연구실장(2015.9~현재)
항해항만학회 연구이사(2017~현재)
해양수산인재개발원 겸임교수(2016~현재)
국가R&D 성과평가위원(2015~현재)
한국해사법학회 연구이사(2011~현재)
유엔기후변화협약 자문위원(2010~현재)
한국해양과학기술진흥원 평가위원(2010~현재)
국제해사기구(IMO) 해사안전환경 국제자문위원(2001~현재)

• **주요 연구실적**

IMO 규제기반 해사산업의 지속발전 방안(2017)
해양안전종합관리체계 기반구축(2016)
선박 및 인명대피 기술개발(2016~2017)
선박 친환경기술 적용 확대 방안(2016)
선박 대기오염 관리체계 개선(2016)
국가해사안전기본계획(2016)
인도네시아 해사안전환경 종합계획(KOICA)
알제리 선박안전성 제고사업(KOICA)

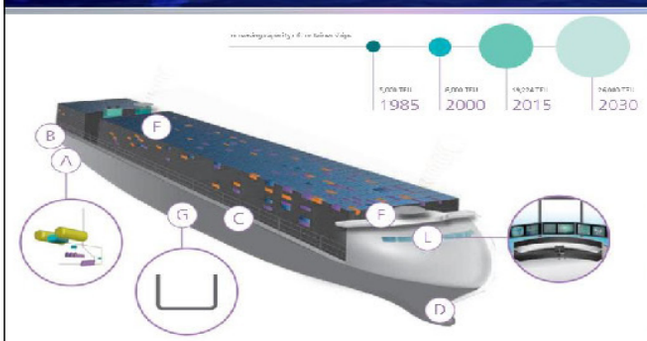


KMI 한국해양수산개발원 KOREA MARITIME INSTITUTE

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 17 GOALS TO TRANSFORM OUR WORLD

자율운항선박 해외 동향 및 전망

- ICT 기반 디지털산업화로 비즈니스 패러다임 변화 -





Representation Image – Credits: rolls-royce.com

KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

Contents

1. 제4차 산업혁명(해운,물류, 항만, 조선, 해양, 수산)

2. 자율운항선박 (무인, 디지털, 스마트) 정의

3. 자율운항선박 최신 기술 동향

4. 자율운항선박 도입 전망

5. 결론 및 시사점

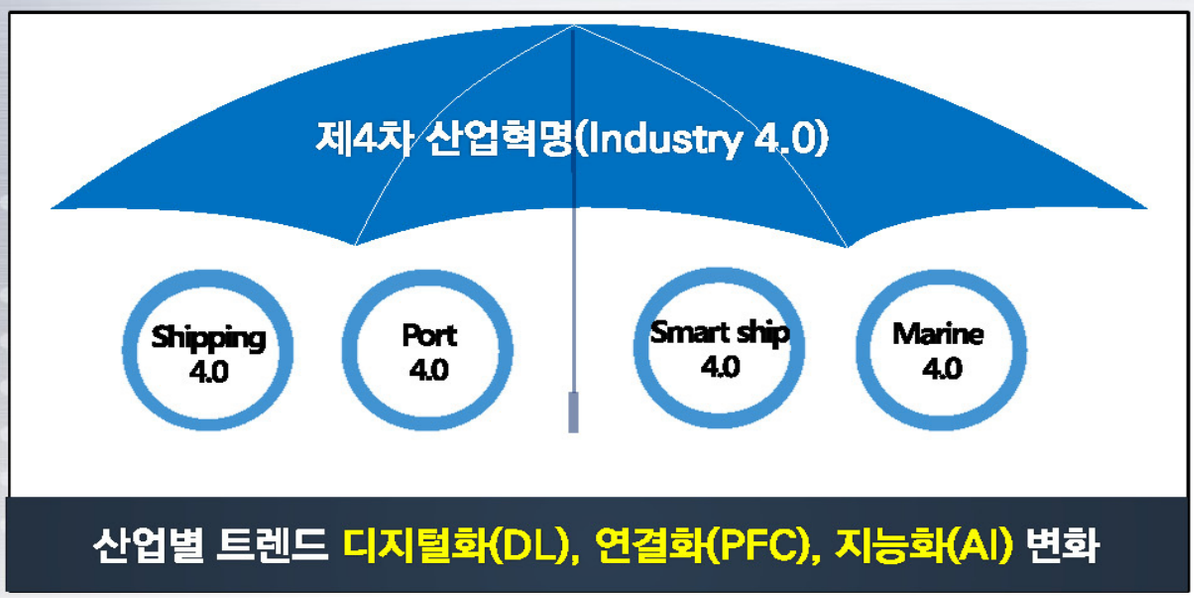
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

1. 제4차 산업혁명(Industry 4.0)

1

각 산업별 트렌드 변화



산업별 트렌드 디지털화(DL), 연결화(PFC), 지능화(AI) 변화

KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

2. 자율운항선박 정의 및 도입

2

자율운항선박 정의 및 도입

자율운항선박 (MASS) → Maritime Autonomous Surface Ship (IMO MSC 98, 2017.6)

무인 선박 (Unmanned Ship)



스마트 쉽(Smart Ship) 스마트 자율운항선박

리모트 컨트롤 선박 Remote Control Ship

디지털 선박 Digitalized Ship

Efficiencies, cost savings, safety and security benefits ⇄ No crew on board Safety, security, environment protection, liability, compensation and insurance

자율운항선박 Why ? Automation, Digitalization, AI, Indispensable Trends

KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

2. 자율운항선박 정의 및 도입

3

IMO 논의 시작

Autonomous Ships on IMO Agenda

By Aiswarya Lakshmi | June 16, 2017



Image: Danish Maritime Authority

Now, the International Maritime Organization (IMO) Maritime Safety Committee will start to establish a new international legal framework for the safe operation of autonomous ships, says a statement from Danish Maritime Authority.

Together with a number of countries, Denmark, has taken the initiative to include autonomous shipping on the IMO agenda.

United Nations' IMO is in line with the proposal and will now start mapping how existing international regulation can be applied to autonomous ships and maritime technologies; technologies that are developing rapidly these years.

MARITIME SAFETY COMMITTEE
99th session
Agenda item 1

MSC 99/1
29 August 2017
Original: ENGLISH

PROVISIONAL AGENDA

for the ninety-ninth session of the Maritime Safety Committee to be held from Wednesday, 16 to Friday, 25 May 2018 at IMO Headquarters, 4 Albert Embankment, London SE1 7SR

Session commences at 9.30 a.m. on Wednesday, 16 May 2018

Opening of the session

1 Adoption of the agenda; report on credentials

2 Decisions of other IMO bodies

3 Consideration and adoption of amendments to mandatory instruments

4 Measures to enhance maritime security

5 Regulatory scoping exercise for the use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)

IMO 위원회 논의 시작 법률(LEG), 해사 안전(MSC) 관심 의제

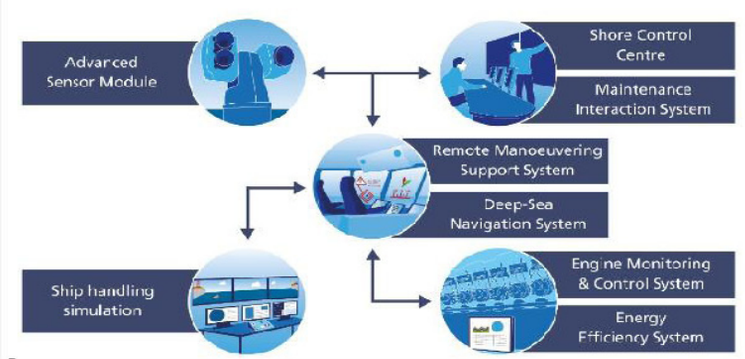
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

2. 자율운항선박 정의 및 도입

4

자율운항선박 시스템과 육상조정센터



Onboard autonomous ship systems and the Shore Control Centre.
FRAUNHOFER CML





Rolls Royce demonstrates world's first remotely operated commercial vessel

자율운항선박의 미래 선박은 무인화, 육상조정센터 제어 전망

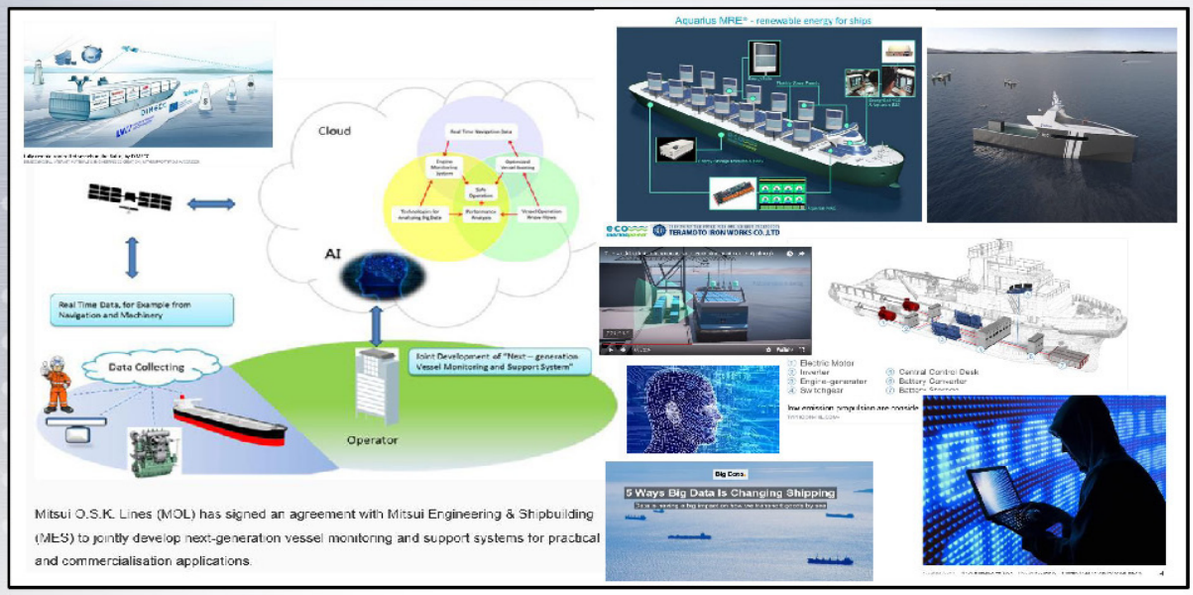
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

3.자율운항선박 최신 기술동향

5

해사산업(Maritime Industry)의 근본적인 혁신(Fundamentally Transformation)



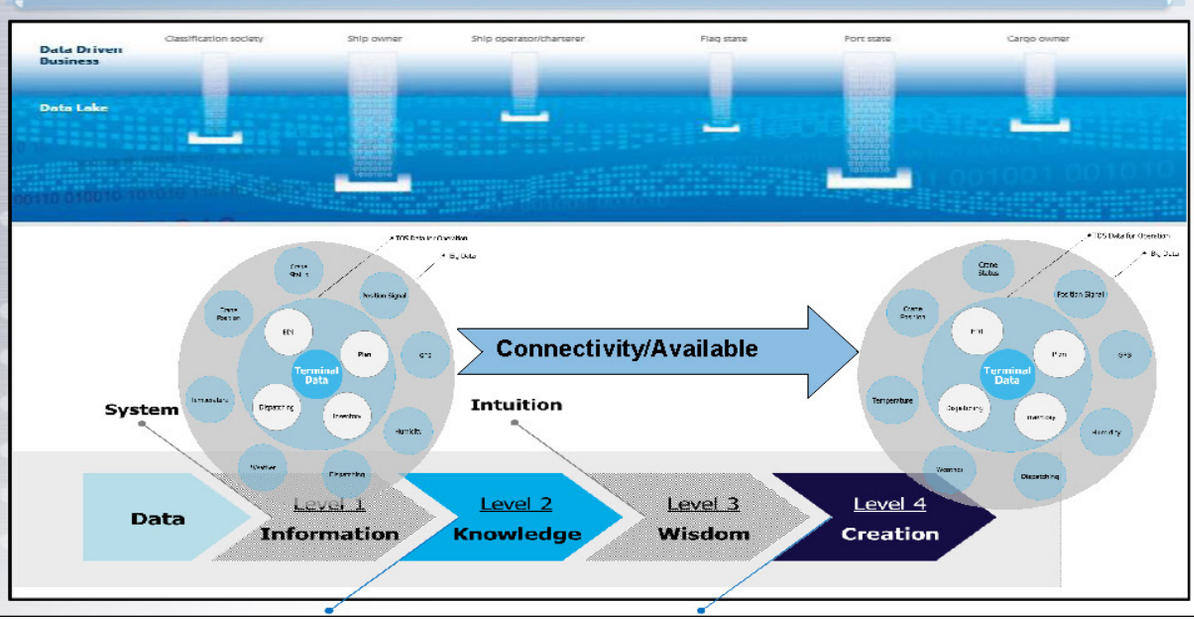
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

3.자율운항선박 최신 기술동향

6

Big Data 활용이 핵심



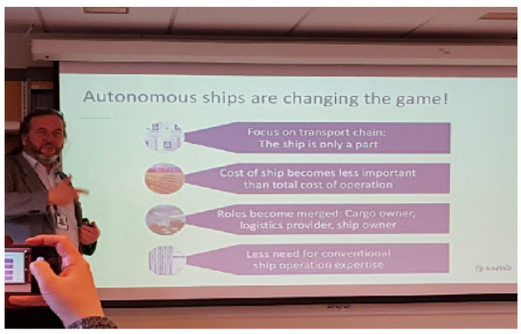
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

3. 자율운항선박 최신 기술 동향

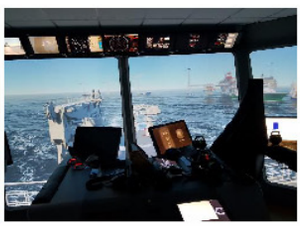
7

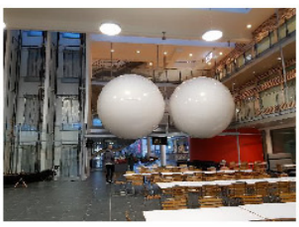
노르웨이(SINTEF, NTNU, 롤스로이스, 콩스버그)













KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

3. 자율운항선박 최신 기술 동향

8

핀란드(ABB, Cargotec, Ericsson, Rolls-Royce, Tieto and Wartisila)



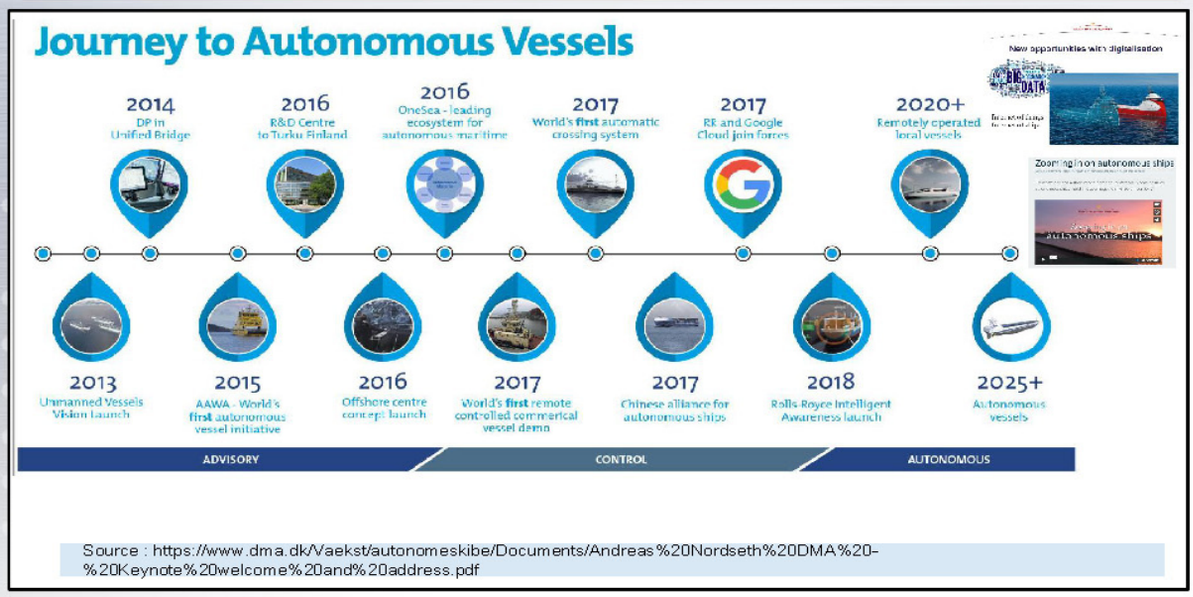
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

3. 자율운항선박 최신 기술동향

9

덴마크(Autonomous Ship)



Source : https://www.dma.dk/Vaekst/autonomeskibe/Documents/Andreas%20Nordseth%20DMA%20-%20Keynote%20welcome%20and%20address.pdf

KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

3. 자율운항선박 최신 기술동향

10

일본(i-Shipping Project)

Japanese shipbuilding and shipping companies jointly develop remotely operated cargo ships by 2025

PRINT EMAIL A- A+

Several Japanese shipbuilding and shipping companies have agreed to jointly develop and create a fleet of remotely operated cargo ships by 2025. The technology will be based on the concept of "Internet of things" and aims to integrate the ship's devices and equipment via the Internet for the collection and analysis of data, building a ship route. It is assumed that the exclusion of the "human" factor will significantly reduce risks and increase the safety of navigation. However, the ships will not be unmanned and will have a minimum crew to maintain technologies and devices, as well as monitor the correct operations.





Self-navigating cargo ships could be a reality as soon as 2025, under plans by Japanese shipping firms which would see a fleet of 250 high tech vessels constructed (stock)



NYK to Test Autonomous Boxship in 2019



Image Courtesy: JSEINC

Japanese shipping company Nippon Yusen Kabushiki Kaisha (NYK) intends to test an autonomous containership in the Pacific Ocean in 2019.

The ship would sail from Japan to North America with a crew on standby, Hideyuki Ando, a senior general manager at Monohakobi Technology Institute, part of NYK, told Bloomberg.

The boxship, the size of which has not been specified yet, would be remotely controlled.

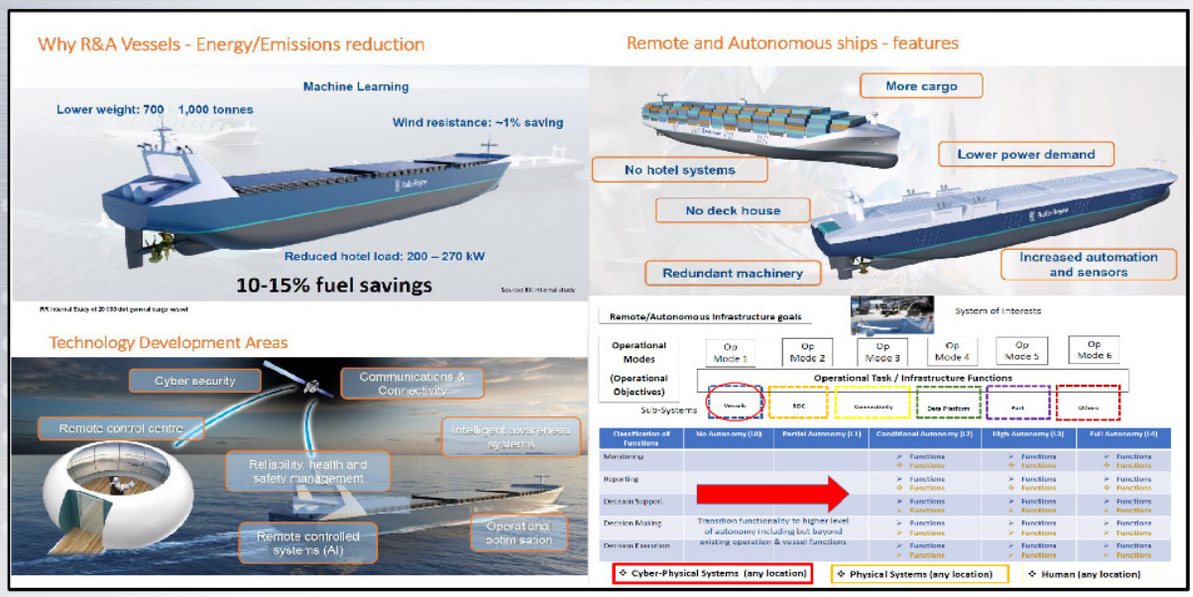
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

3. 자율운항선박 최신 기술동향

11

중국(Hu Dong ship 조선소, CCS, Rolls-Royce, Wartsila, ABS)



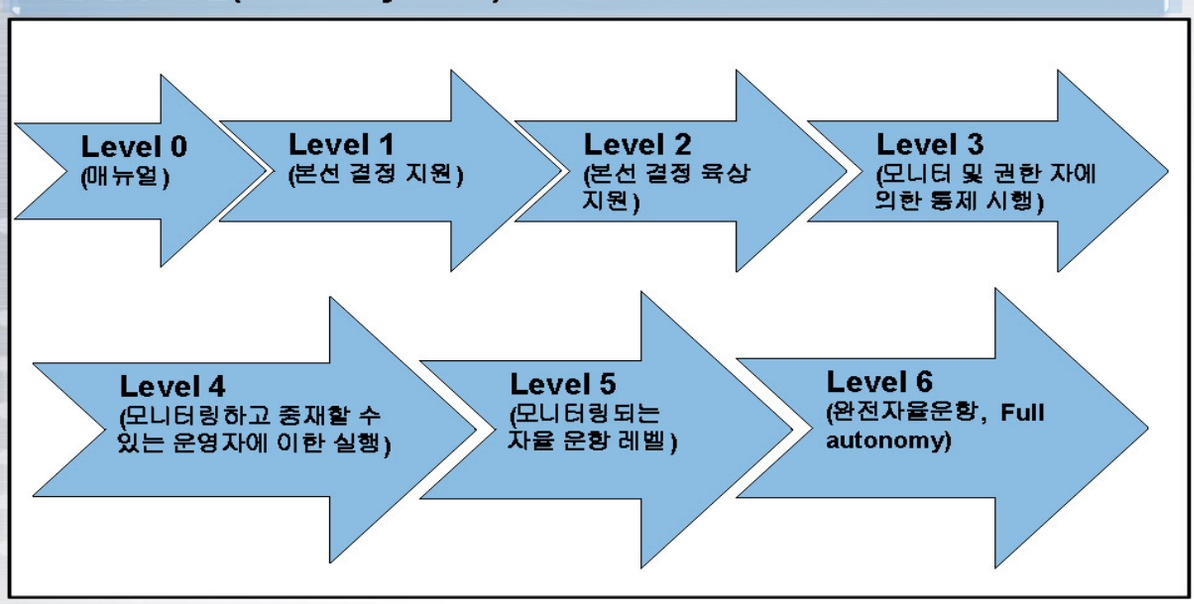
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

3.자율운항선박 최신 기술동향

12

자율 운항 레벨(Autonomy Level)



KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

4. 자율운항선박 도입 전망

13

IMO 최신 논의 동향

IMO INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION **E**

LEGAL COMMITTEE
105th session
Agenda item 11

LEG 105/11/1
19 January 2018
Original: ENGLISH

WORK PROGRAMME

Proposal for a regulatory scoping exercise and gap analysis with respect to Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)

Submitted by Canada, Finland, Georgia, the Marshall Islands, Norway, the Republic of Korea, Turkey, CMI, ICS and P&I Clubs

SUMMARY

Executive summary:	This document invites the Legal Committee to undertake a regulatory scoping exercise of the conventions under its purview to establish the extent to which the international regulatory framework should be modified to integrate the new and advancing technology of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)
Strategic direction:	1, 2 and 6
High-level action:	
Output:	No related provisions
Action to be taken:	Paragraph 24
Related document:	MSC 98/20/2

Introduction

1 This document proposes that the Committee undertakes a regulatory scoping exercise of existing instruments under its purview to better understand the implications arising from the introduction of MASS.

2 MASS includes various levels of automation ranging from partially automated systems that assist a human crew to fully autonomous systems that require no human intervention. MASS are not yet in commercial operation, but there are several projects underway globally to make autonomous ship operations a reality:

.1 in Norway, the Yara Birkeland is anticipated to be the first autonomous commercial ship, scheduled to launch in 2018 with a staggered approach to fully autonomous and remote operation by 2020;

.2 in the Baltic Sea, the "One Sea – Autonomous Maritime Ecosystem" project is aiming to enable fully remote controlled vessels in the Baltic Sea by 2020 and to achieve autonomous commercial operation by 2025. A test area for this project has been established off the west coast of Finland;

.3 a Japanese shipping firm will begin testing remote controlled vessels in the Pacific in 2019, with an objective of achieving fully autonomous vessels by 2025; and

.4 Rolls-Royce is working towards the initial stages of a remotely operated vessel beginning in 2020 with unmanned, ocean-going commercial ships anticipated by 2035

IMO 위원회급 논의 시작 법률(LEG), 해사 안전(MSC) 관심 의제

KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

4. 자율운항선박 도입 전망

14

IMO 최신 논의 동향

3 MASS are expected to fundamentally transform the maritime industry by providing efficiencies, cost savings, and safety and security benefits that are not attainable with crewed ships. For example, MASS are expected to:

.1 more easily run on cleaner fuel;

.2 be more streamlined and have more room for cargo, as there would be smaller or no crew quarters;

.3 reduce the threat of piracy as they operate with less or no crew and can be designed to make boarding from sea difficult; and

.4 reduce certain types of accidents as human error is a significant factor in marine accident rates[1].

4 Despite these benefits, MASS, in particular those with no crew on board, will also fundamentally disrupt the current international regulatory frameworks, including those covering safety, security, environmental protection, and liability, compensation and insurance. Though the regulatory frameworks governing the maritime industry have adapted well over time to accommodate new technologies, they were never drafted to consider ships with no crew on board.

IMO 위원회급 논의 시작 법률(LEG), 해사 안전(MSC) 관심 의제

KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

4. 자율운항선박 도입 전망

15

자율운항선박 개발 방향과 거버넌스

정책거버넌스 (Governance) 및 시행 (Enforcement)

- 비즈니스 모델 방향 (Business Models)
- 역량 평가 및 프로세스(로드맵) Competencies & Processes
- 법제도 및 국제표준화 정책 (Regulation)
- 기술개발 (Technology)
- 인프라구축 (Infrastructure)

보상/보험 (Insurance) 및 책임 (Responsibility)

IMO 위원회급 논의 시작 법률(LEG), 해사 안전(MSC) 관심 의제

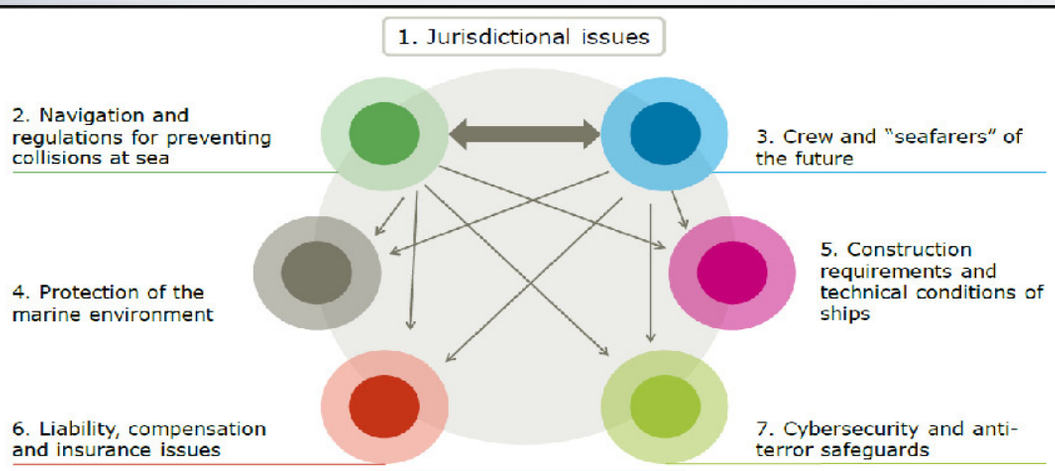
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

4. 자율운항선박 도입 전망

16

자율운항선박 개발 장벽의 해결



Source : DMA Report Dec 2017

자율운항선박 도입 장벽 관할권, 안전, 환경, 책임 보상, 선원, 기술개발, 사이버보안 해결책 제시

KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

4. 자율운항선박 도입 전망

17

자율운항선박 개발 장벽 해결 측면의 법적 접근

Level of autonomy	Regulatory barriers	Level of regulation	Conclusion and recommendation
• M • R • RU • A	• Jurisdictional issues • Navigation and regulations for preventing collisions at sea • Crew and "seafarers" of the future • Protection of the marine environment • Construction requirements and technical conditions of ships • Liability, compensation and insurance issues • Cybersecurity and anti-terror safeguards	• IMO • EU • National	• Clarification of interpretation • Is it necessary to make changes in the existing regulation? • Is it necessary to implement new regulation?

- M : Manual navigation with automated processes and decision support
- R : Remote-controlled vessel with crew on board
- RU : Remote-controlled vessel without crew on board
- A : Autonomous vessel

Source : DMA Report Dec 2017

자율운항선박 도입 장벽 관할권, 안전, 환경, 책임 보상, 선원, 기술개발, 사이버보안 해결책 제시

KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

4. 자율운항선박 도입 전망

18

자율운항선박 미래 운항 형태 전망(비지니스모델 변화)



장기적으로 산업 비즈니스 모델 변화 사이즈 확대 미래 재검토

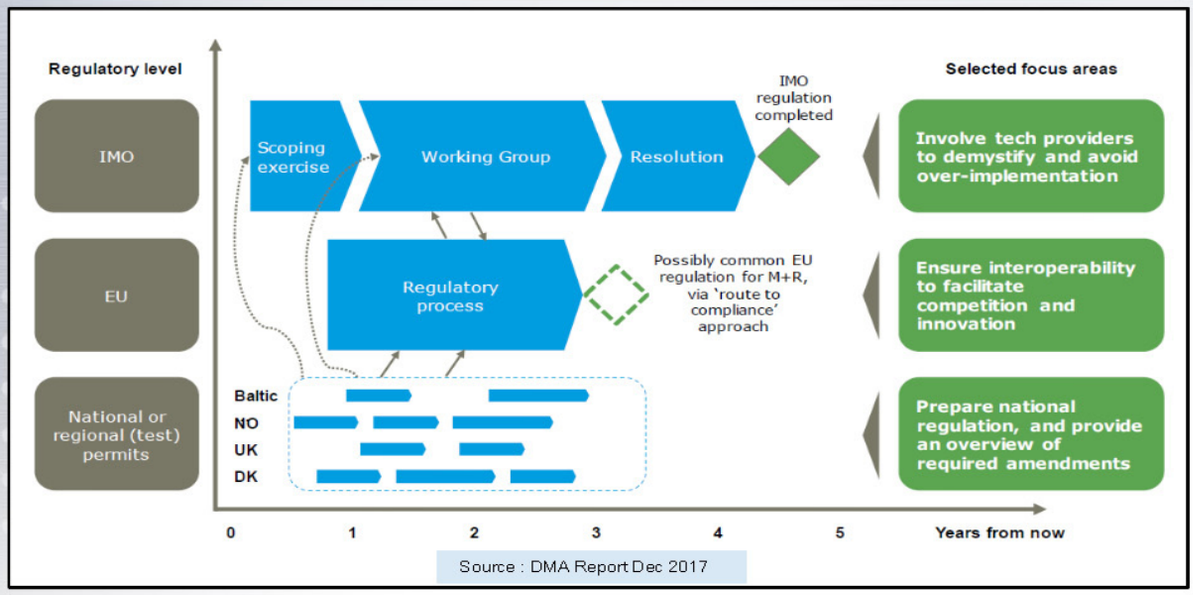
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

5. 결론 및 시사점

19

자율운항선박 법적 해결책 방향 제시



Source : DMA Report Dec 2017

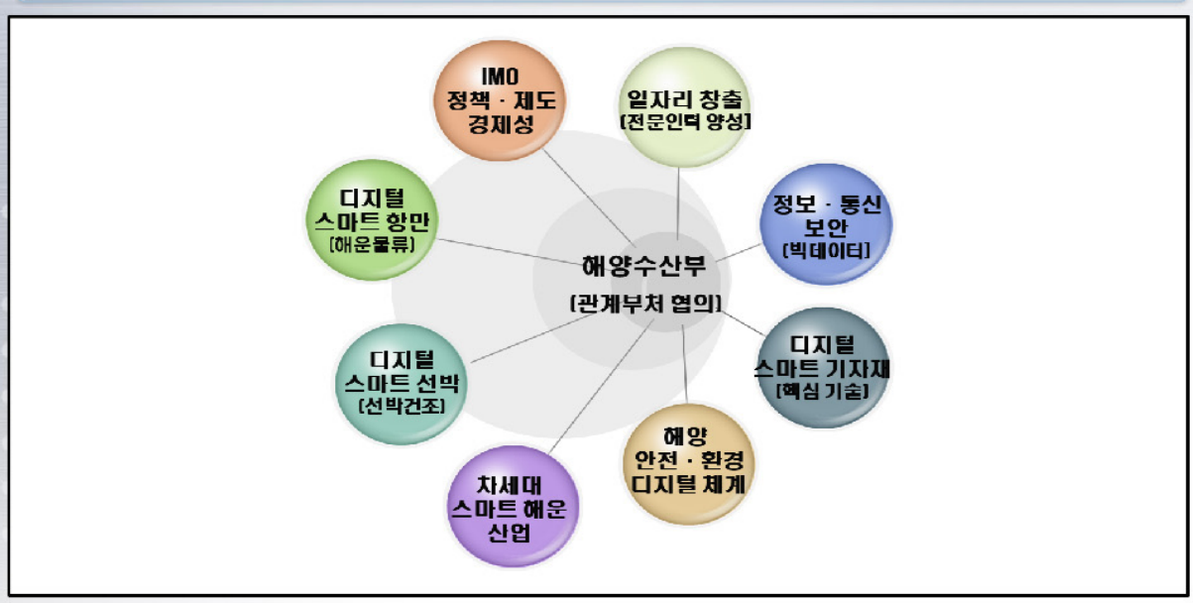
KMI KOREA MARITIME INSTITUTE

IMO 70 OUR HERITAGE BETTER SHIPPING FOR A BETTER FUTURE

5. 결론 및 시사점

20

자율운항선박 도입을 위한 新 비지니스 모델 구축




THANK YOU!
PARK, Han-Seon/hspark@kmi.re.kr
president133@hanmail.net
Facebook:(Han-Seon, Park), KMI 해사안전연구실
SafeEnv KMIinfpark.

2. 자율주행 자동차 핵심 기술 트렌드

정 구 민

국민대학교 전자공학부 교수

• **키워드**

자율주행, 센서 및 인식 시스템, 차량 제어, 통신 및 고장 진단, 융합 서비스

• **주요 경력**

2005~현재, 국민대학교 전자공학부, 교수

2015~현재, 국가기술표준원 자동차전기전자 및 통신 전문위원회, 위원장

2016~현재, 한국자동차산업협회, 자동차와 IT 융합산업연구회, 위원장

2013~현재, ㈜ 유비벨록스 사외이사

2015.3~2017.2, 삼성전자 소프트웨어 센터 사물인터넷 분과 자문교수

2016.7~2016.12, 네이버 스마트카/자율주행 자문교수

2004~2005, SK텔레콤(주) 터미널 개발팀, 과장

2001~2004, (주)네오엠텔 기반기술팀, 팀장 (co-founder)



자율주행 자동차 핵심 기술 트렌드

2018. 2. 8

정 구 민

Smart Embedded System Lab
Kookmin University

Smart Embedded System Lab

목차

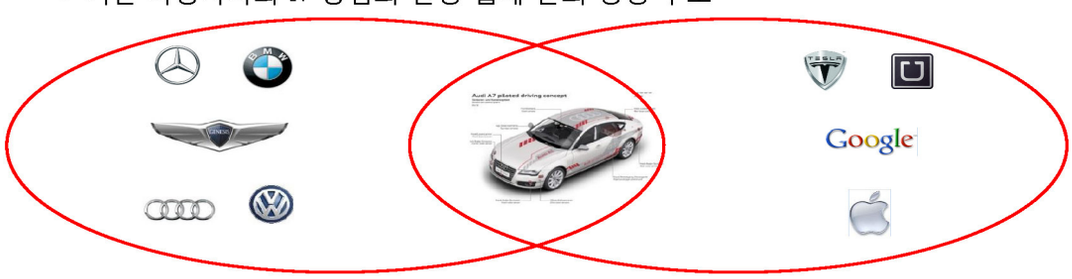
➢ 목차

- 자율주행 개요
- 자율주행 주요 동향
- 자율 주행 요소 기술 진화 방향
- 자율주행과 관련 산업 변화
- 정리 및 시사점

Smart Embedded System Lab

자율 주행 개요

- **자율 주행 시대의 개막**
  - **부분 자율 주행 자동차의 상용화**
    - 테슬라, 벤츠, 현대, 닛산 등
  - **주문형 자율 주행 시범 서비스**
    - 우버, 누토노미, 구글 웨이모 등
  - **Fleet management로의 진화**
    - 주요 자동차사의 주문형 자율주행 공유 테스트 드라이빙
- **경쟁 패러다임 변화**
  - **융합 산업 전반적인 변화**
    - 서비스 중심의 변화
  - **자동차사 vs. 신생업체**
    - 기존 자동차사와 IT 중심의 신생 업체 간의 경쟁 구도



기존 자동차사 신생업체

Smart Embedded System Lab

자율 주행 개요

- **자율 주행의 필요성**

교통 사고 절감
안전한 자동차

사회의 고령화
운전 약자의 이동성 보장

도시화
도시 문제 해결
개인 이동의 증가

편리성&편의성
운전에서의 해방

소비자 서비스의 활성화
콘텐츠 서비스
이동성 서비스
생활 서비스와의 결합

주문형 교통 서비스
이동성 혁신
대중 교통 경쟁

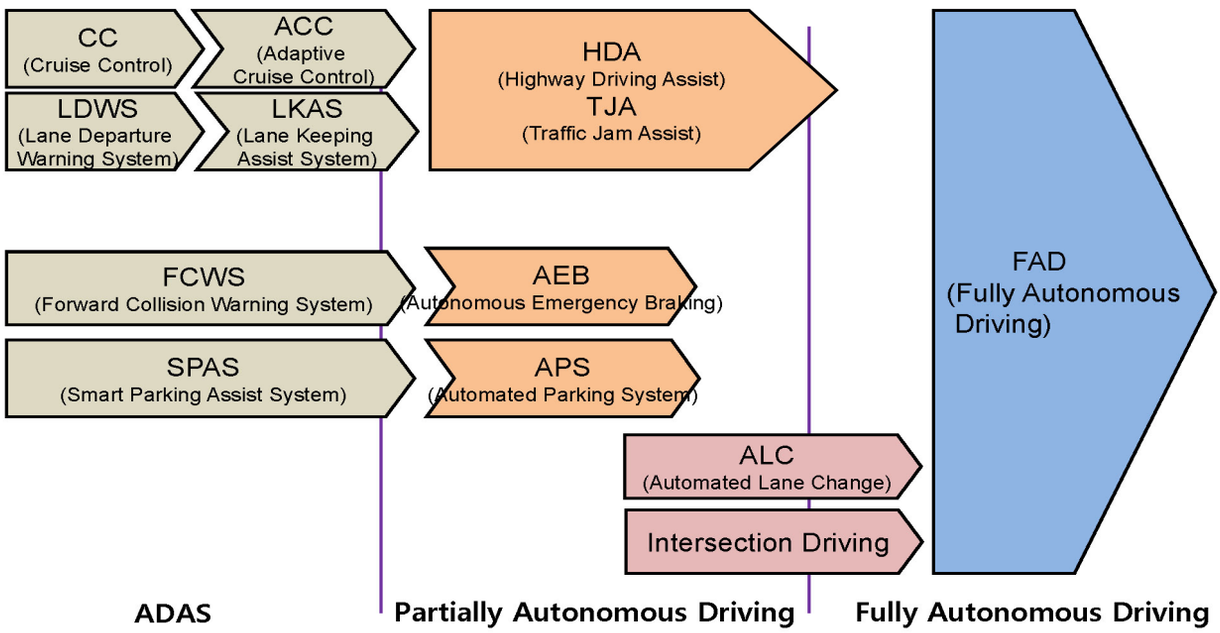
자율주행 배송 서비스
쇼핑/배송
주문/결제 일체화

고장 진단 및 차량 관리 서비스
원격 고장 진단
교통 및 배차 관리

Smart Embedded System Lab

자율 주행 개요

➢ **ADAS에서 자율주행으로**



Smart Embedded System Lab

자율 주행 개요

➢ **자율 주행차 주요 동향**

▪ **새로운 참조 모델 등장**

- 센서 시스템, 비전 시스템 강화
- 관련 기술 진화

부분 자율주행 차량
벤츠, 현대, 테슬라, 닛산 등 상용화
- 한차선 자율주행
- 저가 센서
  - 라이다 적용 없음





연구 개발용 차량
고가의 센서 사용
- 라이다
- 고정밀 GPS 등





새로운 참조 모델 등장
테슬라 – 8개 카메라
현대 – 저가 라이다 사용
포드 – 2개 라이다, 7개 카메라



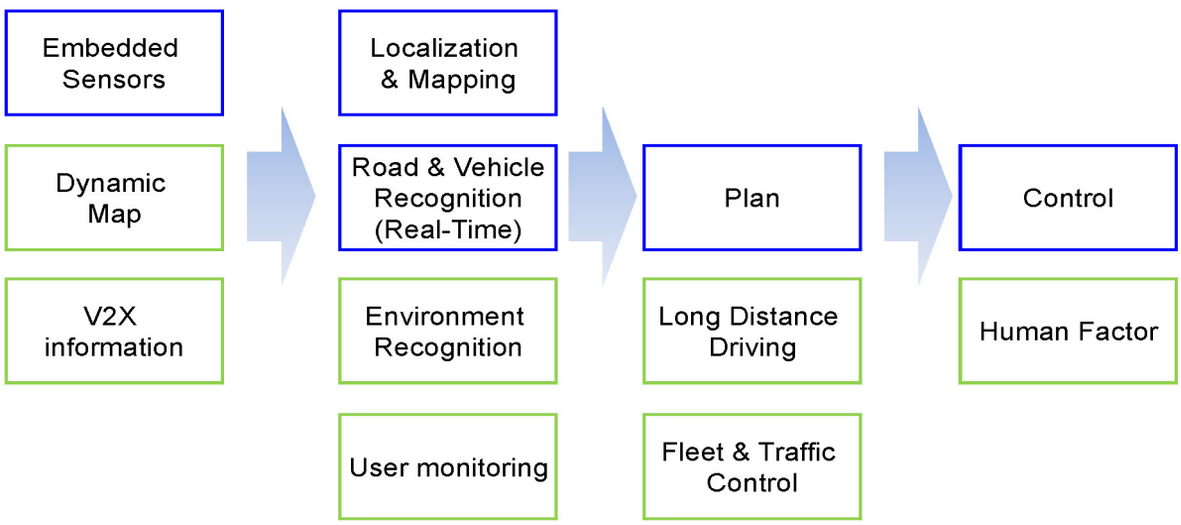


Smart Embedded System Lab

자율 주행 개요

➢ 자율주행 핵심 기술

▪ **현재 및 주요 진화 방향**



Smart Embedded System Lab

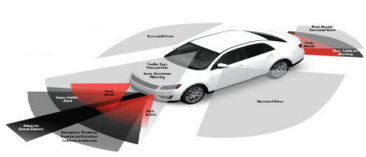
자율 주행 개요

➢ 레벨 3/4/5를 향한 진화

▪ **자동차 중심의 자율주행**
- 센서 및 인식 시스템의 강화
- 대용량 데이터 처리를 위한 통신 및 프로세싱 강화
- 제도 변화 필요

▪ **주요 변화**
- 사용자 모니터링 기술 강화
- 아우디: 2018 A8, level 3 발표

운전자 중심 자율주행



- 운전자 보조 시스템
- 특정 조건일 때만 센서 사용
- 차량 외부 상황 위주의 모니터링

0 No Automation	1 Driver Assistance	2 Partial Automation

자동차 중심 자율주행



- 자동차가 모든 시스템을 관리
- 실시간으로 센서 사용
- 사용자 모니터링 필수화
- 차량 고장 진단 모니터링 필수화

3 Conditional Automation	4 High Assistance	5 Full Automation

Smart Embedded System Lab

자율주행 관련 주요 동향

➢ **상용화된 주요 자율주행차**
- 부분자율주행차 상용화
- 고속도로 한 차선 자율주행 수준
- 라이다 센서 적용 없음



벤츠 스테레오 카메라



벤츠 E 350e



제네시스 EQ900



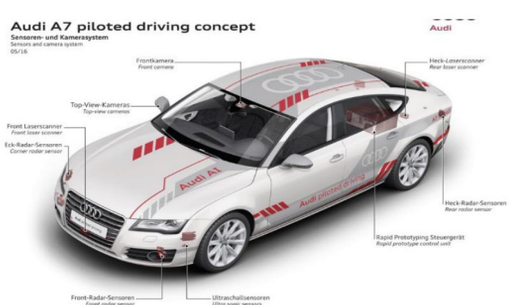
테슬라 모델S



닛산 세레나

자율주행 관련 주요 동향

➢ **연구용 차량**
- 고가의 라이다
- 정밀 GPS
- 정밀 지도



아우디 A7



구글 웨이모

자율주행 관련 주요 동향

➢ **새로운 참조 모델**

- 센서 인식 기능 강조
- 고성능 프로세싱 기능



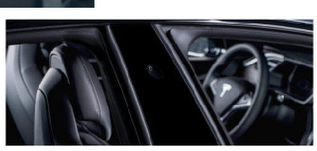
포드 퓨전 하이브리드



현대 아이오닉







테슬라 새 자율주행 센서 시스템



우버 자율주행 차량

Smart Embedded System Lab

자율주행 관련 주요 동향

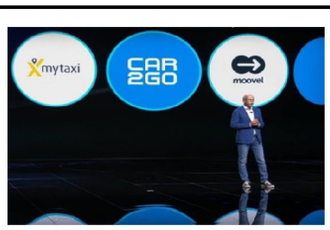
➢ **벤츠 주요 전략**

CASE 전략

Connectivity	Autonomous Driving	Sharing	Electrification



IFA 2016 시간의 자유



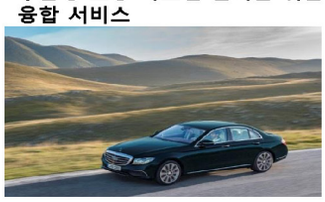
2016 파리모터쇼
주문형 교통 시스템 진화를 위한 융합 서비스



2016 하노버 모터쇼
자율주행 전기 밴 비전 밴



CES 2015 공간의 자유
자율주행 컨셉카 럭셔리 인모션



벤츠 E 클래스 부분 자율주행 탑재



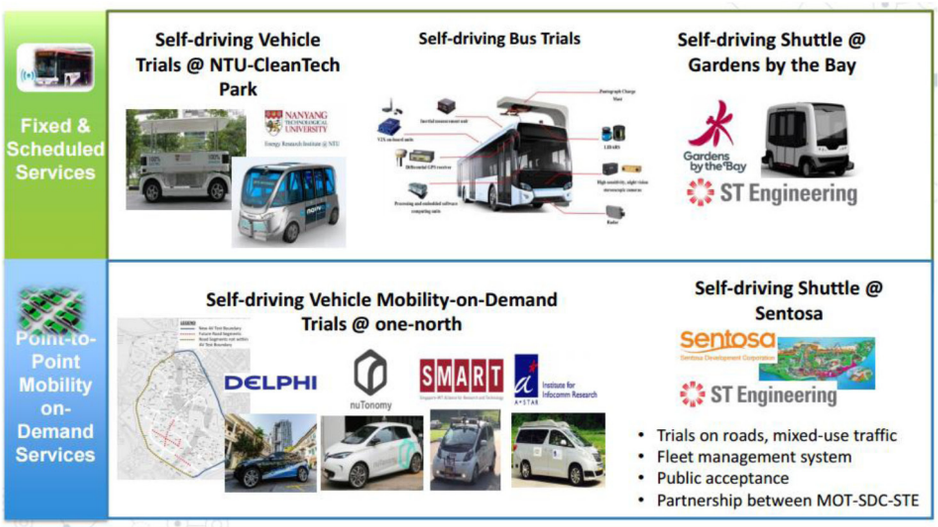
2016 하노버 모터쇼
자율주행 버스 퓨처 버스

Smart Embedded System Lab

자율주행 관련 주요 동향

➢ 싱가폴

- **자율주행 택시-버스-트럭 및 항만 연동 계획**
  - 복합 운송 시스템
  - 도시 미래 이동성 시스템 구현



<싱가폴 자율주행 서비스 사례, 출처: Self-driving vehicle initiatives in Singapore>

자율주행 관련 주요 동향

➢ 구글 웨이모 퍼시피카 밴

- **디트로이드 모터쇼 2017**
  - 라이다 센서 개발
  - 가격 1/10으로 저가화

- **센서 퓨전**
  - 라이다
    ✓3종류로 추정
  - 레이더
  - 카메라

- **주문형 자율주행 서비스 (2017.4)**
  - 애리조나 피닉스
  - 600대 예정
  - 샌프란시스코의 2배 규모

- **구글 웨이모(2017.5)**
  - 평가액 80조 이상 추정



자율주행 관련 주요 동향

➢ 우버 자율 주행 택시(2016.09)

- **사용센서**
  - 라이다 7개
  - 카메라 20개
  - 관성센서 3개
  - Garmin GPS







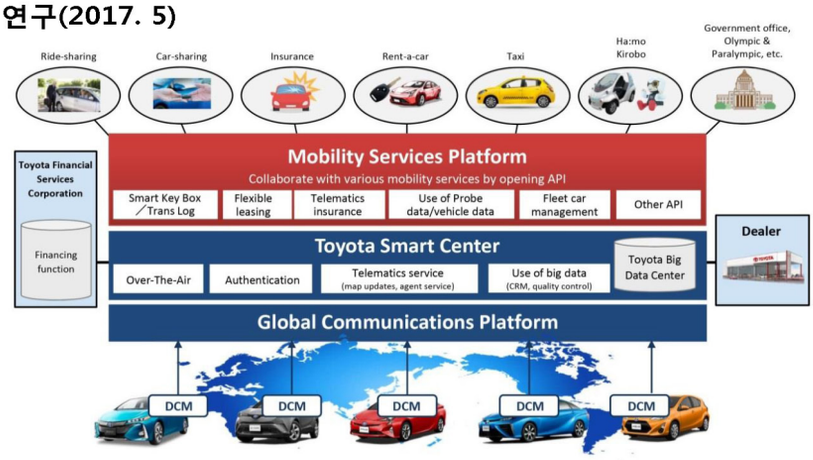
우버 자율주행 택시

Source : Uber

자율주행 관련 주요 동향

➢ 도요타

- **토요타 커넥티드 (토요타 95%, MS 5%)**
  - 데이터 수집 및 분석, 인공지능 연동
- **라인 클로바 도입 (2017.6)**
  - Smart device link
- **블록 체인 자동차 적용 연구(2017. 5)**
  - TRI

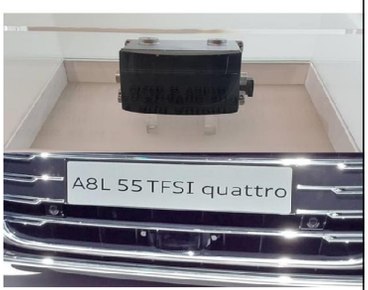


토요타 커넥티드 플랫폼 구조: 출처 포브스

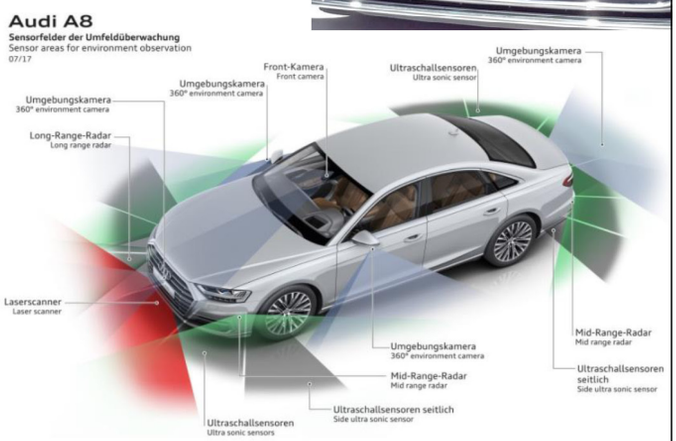
자율주행 관련 주요 동향

➢ 아우디 A8(2017.7)





- **주요 의의**
  - 최초의 레벨 3
    - ✓Traffic Jam Pilot
  - 최초의 딥러닝
    - ✓아우디(Computation)-엔비디아(GPU)-모빌아이(카메라)
  - 최초의 라이다센서
    - ✓발레오 라이다 1개
  - 아우디 zFAS
    - ✓Tegra K1, EyeQ3, AURIX
  - 스웜인텔리전스
    - ✓Car-to-X
    - ✓LTE V2X 및 차량용 클라우드



- **주요 센서**
  - 라이다 1, 카메라 1
  - 코너 레이더 4, 장거리 레이더 1
  - 360도 어라운드뷰 카메라 4
  - 적외선 1

자율주행 관련 주요 동향

➢ 아우디 일레인, 아이콘 (2017.9)





- **아우디 A8**
  - 레벨 3를 위한 인공지능 버튼 비활성화
    - ✓2017년 제도 변경 후 활성화 예정
- **아우디 일레인**
  - 레벨 4
    - ✓고속도로 상에서 시속 130km/h까지 제공
  - 조향, 제동, 가속 존재
  - 현재 시범 운행 중
- **아우디 아이콘**
  - 레벨 5
  - 컨셉카
  - 조향, 제동, 가속 없음

Smart Embedded System Lab

자율 주행 요소 기술 진화 방향

➢ 자율주행 핵심 기술

▪ **다양한 융합 기술의 발전 필요**



Smart Embedded System Lab

자율 주행 요소 기술 진화 방향

➢ 센서 시스템의 진화

▪ **센서 퓨전**
- 카메라
- 레이다
- 라이다

▪ **라이다 vs. 스테레오 카메라**
- 3D 인식, 처리속도, 환경 등 차이
- 다양한 참조 모델 진화 중

▪ **라이다 센서의 저가화**
- 관련 기술의 발달
- 고정형 라이다 상용화 가시화

▪ **레이더 기술의 진화**
- 3D 레이더 기술

▪ **카메라 기반의 참조 시스템**
- 다수 카메라를 이용한 참조 시스템

Velodyne Lidar HDL-64E
- 7.5만 달러
- 64채널
- 좋은 성능

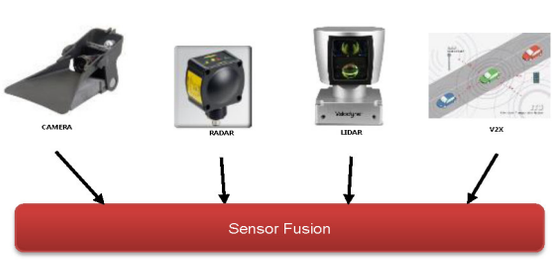


Quanergy Lidar
- 저가형 라이다 목표
  - 2017년 250달러, 2018년 100달러
- S3 발표
  - CES 2017 발표



Valeo - SCALA
- 250 달러
- 4채널
- 레이저 빔 분산을 위해 회전 거울을 사용
- 현대 아이오닉 자율차 (CES 2017)





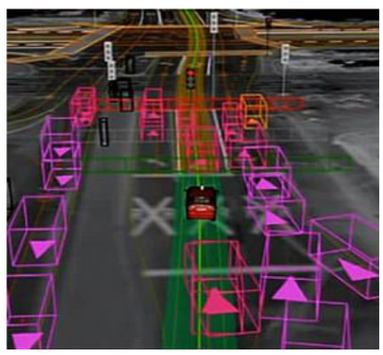
<센서퓨전기술>

Smart Embedded System Lab

자율 주행 요소 기술 진화 방향

➢ 신호등 인식 및 교차로 주행

- **신호등 인식 기술**
  - 교차로 주행의 핵심 기술
  - 다양한 기술적 장벽 존재
    - ✓야간 인식
    - ✓타 차량 라이트에 대한 오인식 방지
    - ✓필요 신호등 인지를 위한 공간적 인지 기술
    - ✓나라, 도시 마다 다른 체계 인식
  - 지도 정보 이용 신호등 인식
  - V2I 기반 신호등 인식
    - ✓Time-to-Green, Audi, 2016~
- **교차로 주행**
  - 다양한 정보 융합 및 판단
    - ✓Traffic light recognition
    - ✓Road & Traffic recognition
    - ✓VRU and crosswalk recognition
    - ✓Map information
  - Turn at your own risk



Traffic light recognition using pre-made map
출처: 구글



Audi Time-to-Green
출처: caranddriver

자율 주행 요소 기술 진화 방향

➢ 인식 시스템의 강화

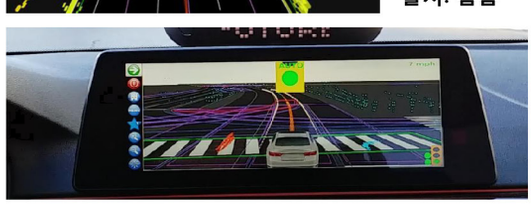
- **프로세싱 파워 강화**
  - 슈퍼 컴퓨터급 임베디드 보드
  - 인식 시스템의 강화
- **카메라 시스템 강화**
  - 새로운 참조 시스템 등장
  - 신호등 인식 등 인식 강화
- **비전 기반 시스템의 진화**
  - 위치 인식 시스템
  - 정밀 지도 응용
  - 크라우드 매핑
- **모니터링 시스템**
  - 사용자/차량 모니터링
- **V2X 접목을 통한 응용**
  - 제어-통신-인식 융합



출처: 우버



출처: 툼툼



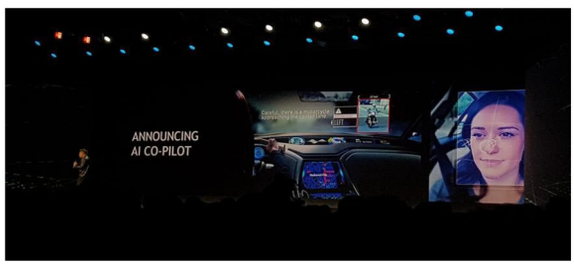
통신기반 신호등 인식, CES 2018

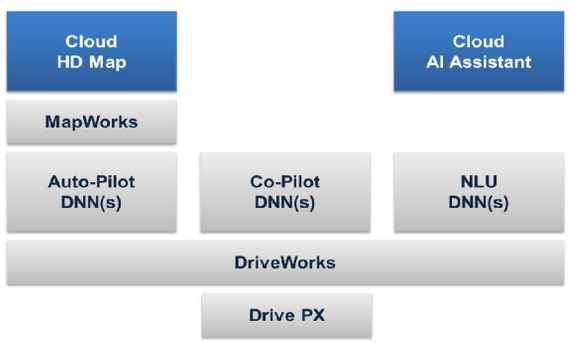
Smart Embedded System Lab

자율 주행 요소 기술 진화 방향

➢ 인공지능 기술 발전

- **딥러닝 기반 인식**
  - KITTI dataset
    - ✓89% vs. 76%
- **제어 응용**
- **정밀지도 응용**
  - 자율주행용 측정 데이터 지도 활용
- **사용자 모니터링 적용**
  - 사용자 상태, 행동, 감정 인식
- **대화형 음성 인식 서비스**
  - 대화형 음성 인식 서비스 차량 적용
- **고장 진단 및 예측 적용**
  - 차량 빅데이터 분석
  - 고장 진단 및 예측
- **스마트홈-스마트카 융합 서비스**
  - 공간연속성
  - 사용자 관리 및 맞춤형 서비스



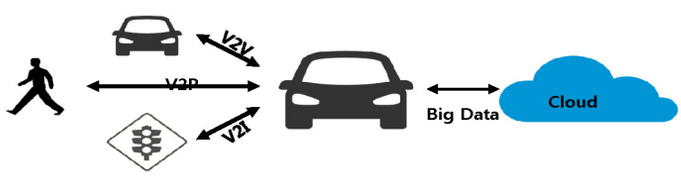


Smart Embedded System Lab

자율 주행 요소 기술 진화 방향

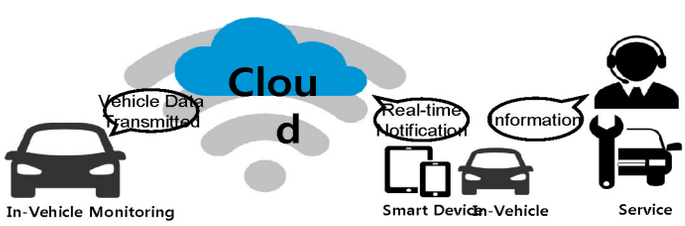
➢ 통신 및 V2X

- **5G 서비스**
  - 대용량 데이터
  - 다수의 기기
  - 실시간 서비스
- **V2X 서비스 가시화**
  - 사용 예
    - ✓V2V: line of sight
    - ✓V2I: traffic flow and safety
  - WAVE/LTE 동시 사용
  - 5G 진화



➢ 고장 진단 및 예측 기술

- **고장 진단 및 예측 기술**
  - ExVe 연계
  - eCall 연계
- **자율주행차 운용 기술 연계**
- **정보 분석 클라우드**
  - 차량/도로/환경/사용자



Smart Embedded System Lab

자율 주행 요소 기술 진화 방향

➢ 차량 제어 및 Human Factor

- **차량 제어**
  - 연비/안전/드라이빙 감성을 위한 차량 제어
  - 종/횡/가감속/변속 등
- **드라이빙 감성**
  - 사용자 맞춤형 감성 제어
  - 사용자 맞춤형 서비스
- **차량 내 공간 연속성**
  - 생활공간으로서의 자동차
  - Entertainment, 관광, 레저 등의 변화
    - ✓영화
    - ✓움직이는 사무실
    - ✓휴식공간
  - 실내 공간의 변화
    - ✓실내 공간의 브랜드화





<Rinspeed - XchangE>



<Rinspeed - XchangE> Source



<Benz - F015>

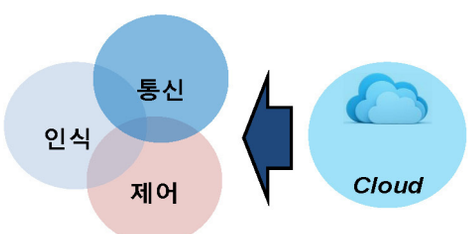


<Benz - Future Truck 2025 Source

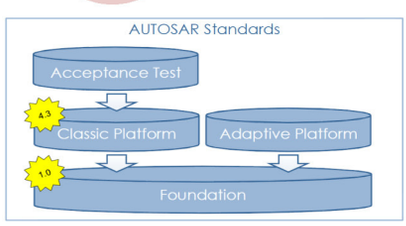
자율 주행 요소 기술 진화 방향

➢ 소프트웨어 관련 기술

- **자율주행을 위한 차량용 SW 진화**
  - 제어
  - 인식
  - 통신
  - 클라우드 융합



- **소프트웨어 융합**
  - AUTOSAR+GENIVI
  - 자율주행+ Functional Safety+Cybersecurity



- **기능 안전성과의 연결**
  - SOTIF
  - Fail Operational

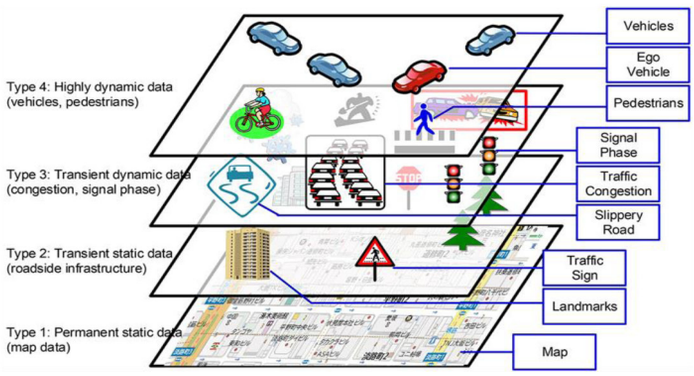


- **Cybersecurity 연계**

자율 주행 요소 기술 진화 방향

➢ 자율주행을 위한 정밀지도

- **정밀지도 구축**
  - 오차범위 : 기존 10m이상, 정밀 지도 0.1m~0.2m정도
  - 크라우드 매핑 기술 고려 중
- **Local Dynamic Map**
  - 정적 지도 정보/정적 인프라 정보
  - 동적 데이터 정보

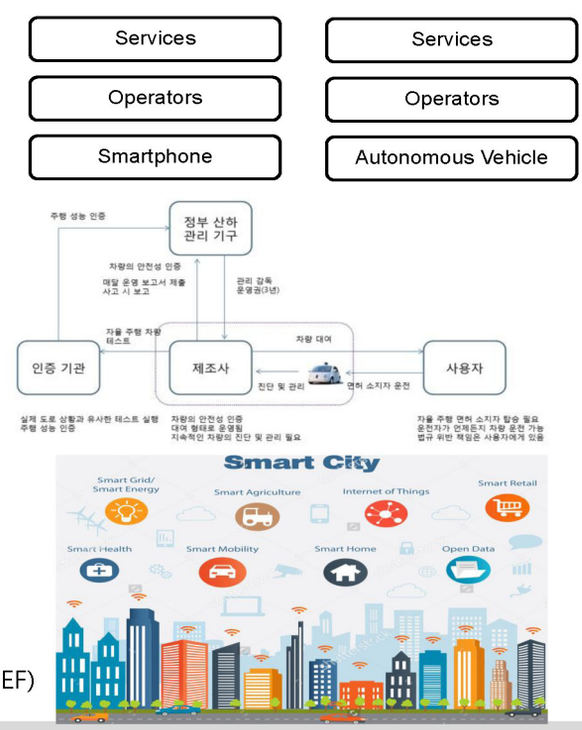


Source: Implementation and Evaluation of Local Dynamic Map in Safety Driving Systems, 2015

자율 주행 요소 기술 진화 방향

➢ 융합 서비스

- **주문형 교통 서비스**
  - On-demand transportation
    - ✓승차 공유 서비스 진화
    - ✓발렛 파킹 및 주차장 연동
    - ✓자율주행 교통 서비스
  - 중앙 집중형 교통 서비스
- **자율주행 물류 서비스**
  - 트럭, 버스 기술 및 서비스
- **차량 내 서비스**
  - 오디오/비디오 관련 기술
  - 스마트홈 기술의 접목
  - 사용자 사용성 분석
- **IT 융합 서비스**
  - 차량용 O2O
  - MaaS/TaaS
- **도시 변화**
  - 도로/빌딩/주차장/공간 변화
  - 2026년, 신호등 없는 도시가 등장한다(WEF)

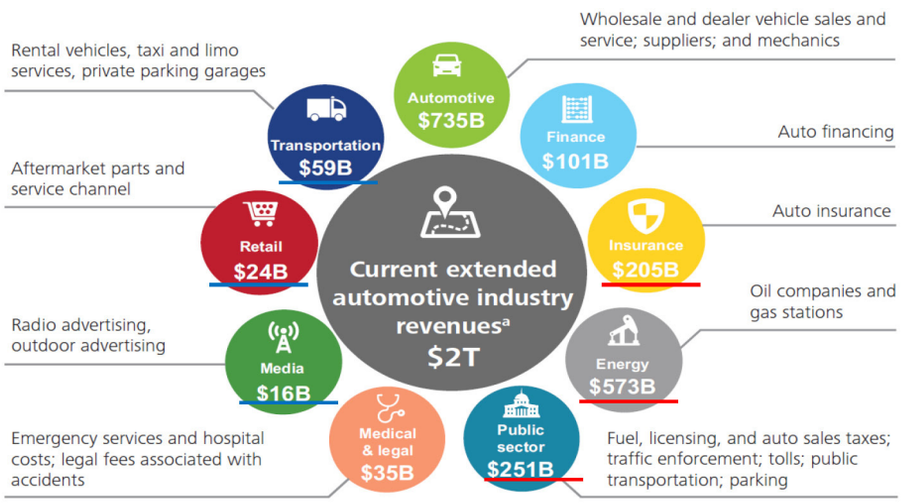


출처 : shutterstock

자율주행과 관련 산업 변화

➢ **자동차 관련 생태계 매출 변화** — **The future of mobility, Deloitte University Press, 2015**

- **증가 예상: Transportation, Retail, Media**
- **감소 예상: Insurance, Energy, Public sector**



자율주행과 관련 산업 변화

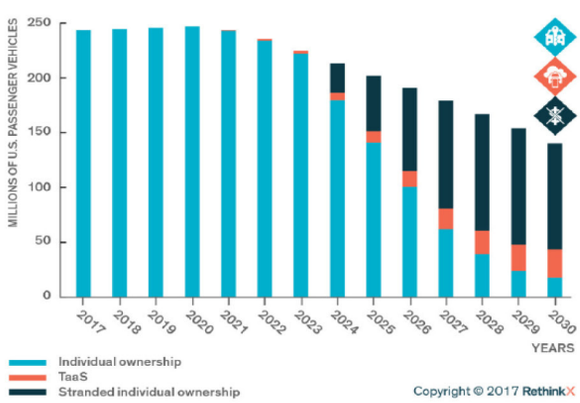
➢ **Rethinking Transportation 2020-2030 (ReThinkX, 2017.5)**

- **자율 주행 전기차가 차량 공유 시장을 폭발적으로 증가시킬 것**
- **미국 내 95%의 승객 운송은 TaaS로 이루어 짐**
- **미국 내 자동차 수 감소**
  - 2020년 2억 4,700만대 -> 2030년 4,400만대 (20%)
  - 적은 수의 자율 주행 차량이 더 많은 운행을 함
  - 9,700만대의 차량은 중고차 수요 감소로 남겨지게 됨

- **사실상의 임금인상 효과**
  - 미국, 1가족당 5600 달러 절약 가능
    ✓10% 임금 인상 효과
    ✓1조 달러 추가 가계 수입 가능

- **운전의 해방 및 시간 활용**
  - 콘텐츠, 광고 등
  - GDP 1조 달러 증가

출처 : RethinkX Report



정리 및 시사점

➢ **자율주행 경쟁**
- 자동차사: 부분 자율 주행 기술의 점진적인 상용화
- 신생업체: 빠른 기술적 변혁을 통한 시장 변화 시도

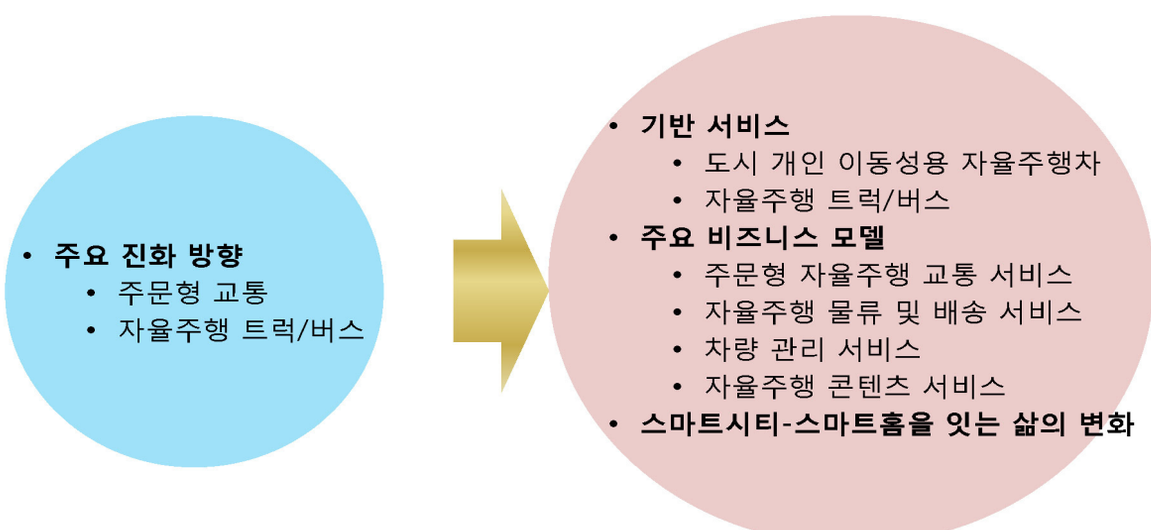
➢ **완전 자율 주행을 위한 노력**
- 정밀 지도-통신-딥러닝 등의 다양한 대안 제시

➢ **주요 기술적 진화 방향**
- 센서 및 인식 기술
- 정밀 지도 기술
- 차량 종방향/횡방향 제어 기술
- Human factor
- 통신 기술
- 인공 지능 기술
- Fleet management 운영 기술

Smart Embedded System Lab

정리 및 시사점

➢ **자율주행 비즈니스 생태계의 진화**
- 자동차 중심에서 서비스 중심으로의 진화
- 라이프 스타일의 혁신적인 변화



Smart Embedded System Lab


감사합니다.
gm1004@kookmin.ac.kr
Facebook/gm1004
Smart Embedded System Lab

3. 자율운항선박 관련 정책 추진 방향

부이사관 **윤 현 수**
해양수산부 해운정책과 과장



4. 자율운항선박의 미래

윤 익 로
해양수산과학기술진흥원 선임연구원

• **키워드**

자율운항선박, 무인선박, 기술영향평가, autonomous ship, unmanned ship, technology assessment

• **주요 경력**

해양수산과학기술진흥원(2010~현재)

해양수산부 기획조정실 민간전문가(2016)

• **주요 연구실적**

자율운항선박 기술영향평가(2017~2018)

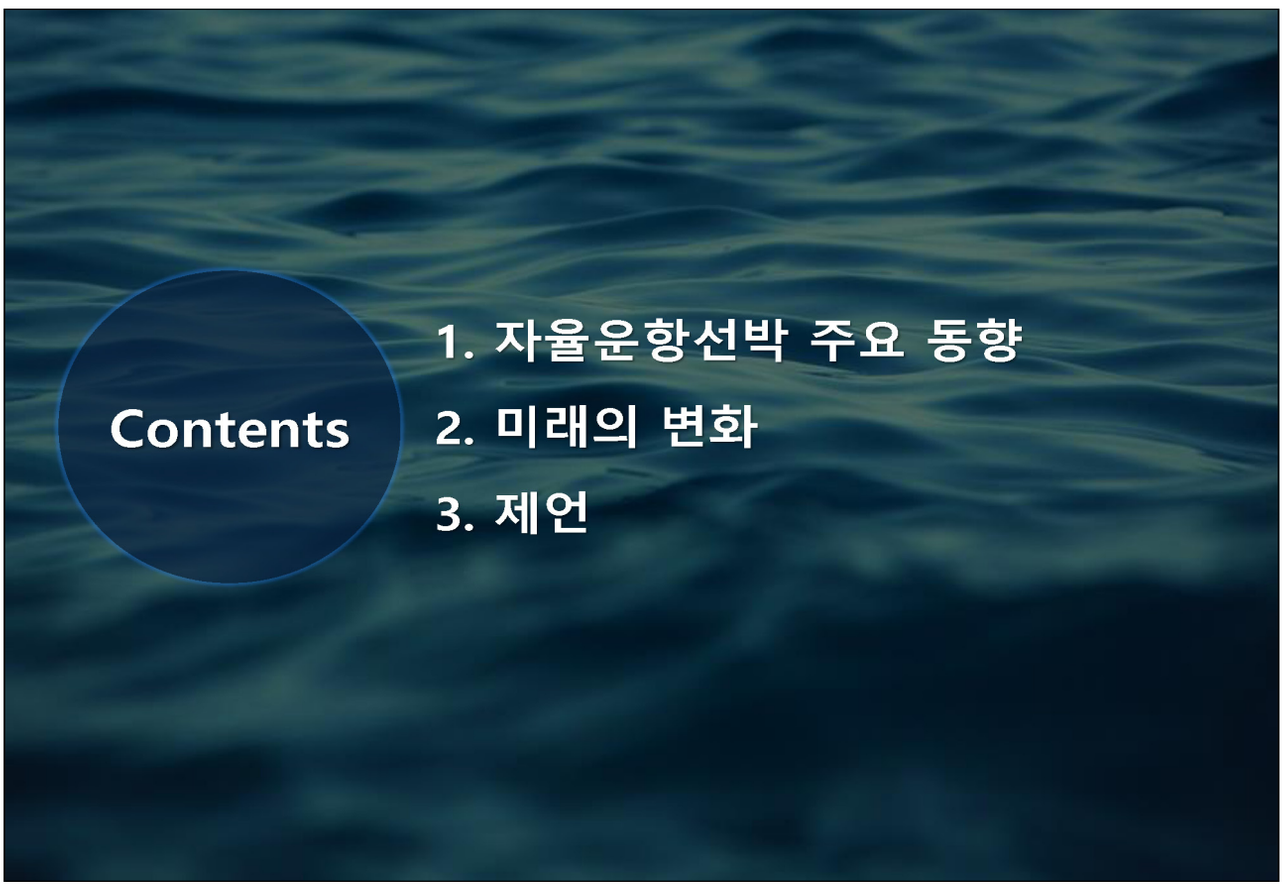
Autonomous Ship : Current and Future Issues(2017, World Ocean Forum)

제4차 산업혁명의 최근 동향과 해양수산 과학기술 정책에 주는 시사점(2017, 한국해양정책학회)

Numerical Investigation of Interaction between Rising Bubbles in a Viscous Liquid(2016, JMST)




자율운항선박 도입 정책 세미나
2018.2.8.(목) 13:00 / KMI
자율운항선박의 미래
해양수산과학기술진흥원
미래전략실 윤익로
iryoon@kimst.re.kr


Contents
1. 자율운항선박 주요 동향
2. 미래의 변화
3. 제언

1. 자율운항선박 주요 동향

3

1. 주요 동향

◆ Rolls-Royce



(2020) 지역수준 원격조종	(2025) 연안수준 원격조종	(2030) 대양수준 원격조종	(2035) 대양수준 완전자율

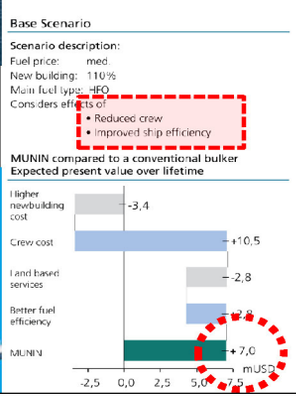


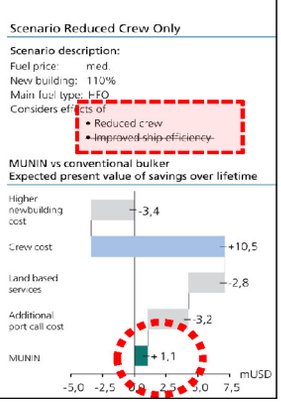
◆ MUNIN

· **Funding : EUR 3.8 M (total) / EUR 2.9 M (EU)**

· **Dry bulk carrier + deep-sea voyage**

· **USD 7 M ↑ (present value / 25-years period)**





1. 주요 동향

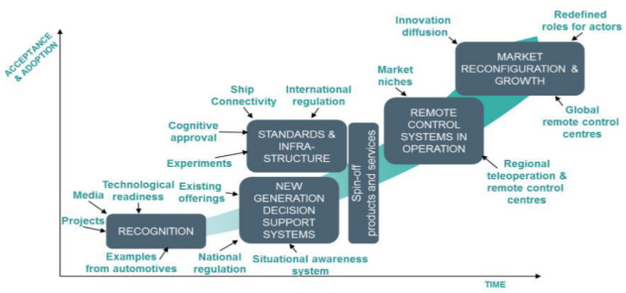
◆ AAWA (Advanced Autonomous Waterborne Applications)

· Finland (Tekes : EUR 6.6 M funding)

· Rolls-Royce, Inmarsat, DNV·GL, VTT, etc.

· Produce the specification and preliminary designs

· Technology + Market + Law + Safety



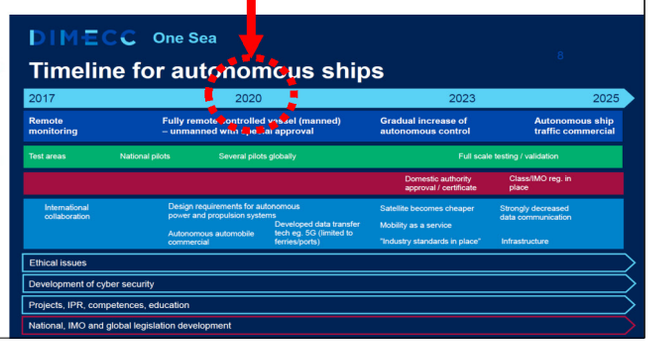
◆ One Sea

· Finland (Baltic Sea)

· Rolls-Royce, ABB, ERICSSON, Wartsila, etc.

· Ecosystem (for commercialization) by 2025

(2020)
완전 원격조종



1. 주요 동향

◆ Yara Birkeland

· Kongsberg + Yara

· Autonomous + (all electric) Battery Operation

· 120 TEU

· Remote control(2019) → Autonomous(2020)



◆ ReVolt

· DNV·GL + NTNU

· Autonomous + (all electric) Battery Operation

· 100 TEU (short maritime transport)

· Operation cost : USD 34 M ↓ (30-years period)



1. 주요 동향

◆ Roboat

· MIT + AMS

· To solve complex urban problems

· Improve urban waterways

· 5-years project (from 2016)





◆ Hrönn

· Kongsberg + Automated Ship Ltd

· 2017 (contract) → 2020 (operation)

· Test bed (Trondheimsfjord)

· Utility ship (offshore energy, scientific, fish-farming, etc.)



1. 주요 동향

◆ Svitzer

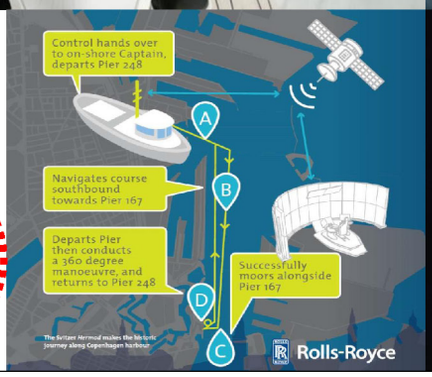




· 20 June 2017

· Copenhagen

World's first remotely operated commercial vessel





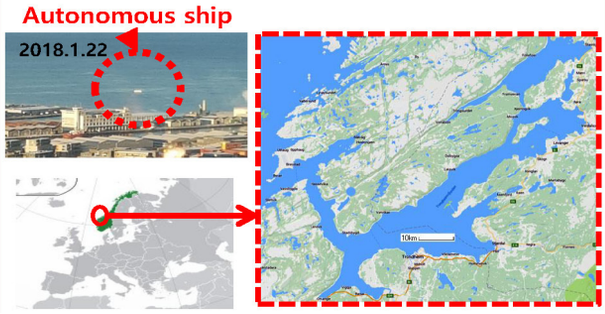
1. 주요 동향

◆ Test Bed

Trondheimsfjord (Norway)

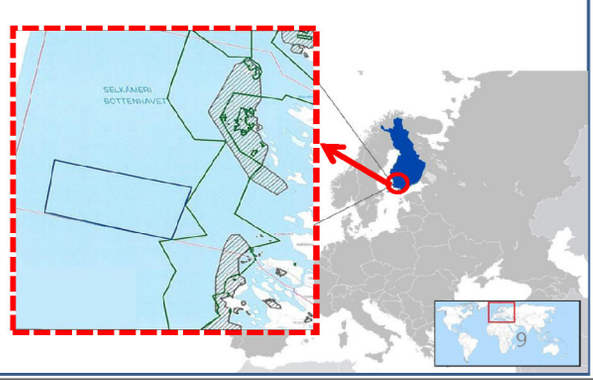
: 세계최초 공식 자율운항선박 테스트베드
: 2016.9.30 노르웨이 연안 당국 발표
: ReVolt(DNV·GL) / Hrönn(Kongsberg) 등 테스트
: Kongsberg, NTNU, 노르웨이 해사당국 및 연안당국 등이 주도하여 구축
: 현재 노르웨이에는 약 10개의 테스트베드 (Storfjorden, Horten, Grenland, Tromsø)

Autonomous ship



Jaakonmeri Test Area (Finland)

: 핀란드 연안에 위치
: 겨울철 해빙조건 등 다양한 테스트 조건
: 북부(17.85 km) + 서부(7.10 km) 제공
: 핀란드 One Sea 프로젝트에서 구축·활용
: 누구에게나 오픈



2. 미래의 변화

2-1. 미래를 예상하는 이유

Internet of Things
Port 4.0
Artificial Intelligence
Autonomous Shipping
Unmanned Shipping
Connected Shipping

미래는 어떻게 펼쳐질 것인가?

우리가 원하는 미래
필연적으로 찾아올 미래

VS

가능하면 피하고 싶은 미래
불확실성이 높은 미래

Digital Shipping
Shipping 4.0
4th Industrial Revolution
Digital Port
Intelligent Shipping

2-1. 미래를 예상하는 이유

브로커
해양대학교
항만건설사
연구기관
수리조선소
항만공사
화주
선사/선주
장비제조기업(기자재)
조선기업
지방해양수산청
도선사
예선서비스

누가 참여하는가??

선박관리회사
포워더
해상교통관제센터
IMO
선급
정부기관
선박보험
선용품 기업
항만서비스 기업
선원
급유서비스 기업
부두운영사
노동조합
검수/검량기업
선사대리점
교육기관/연수원

2-1. 미래를 예상하는 이유

산업경쟁력 강화 ??

국제기술시장 선도 ??

일자리 창출 ??

그래서,
우리가 원하는 미래는 무엇인가??

국민의 편익 향상 ??

친환경적 해상운송 ??

안전한 바다??

2-2. 우리사회에서 바라보는 자율운항선박



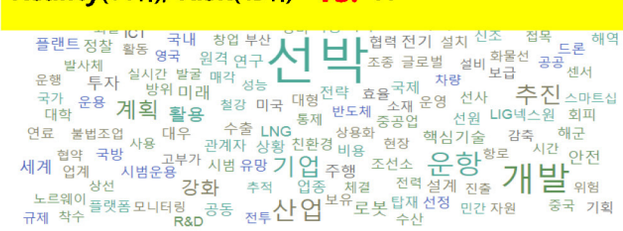
< 해외 > < 국내 >

Crew(9위), People(34위) VS. 인력(61위), 선원(106위)

Safety(11위) VS. 안전(29위)

해운(Shipping, 18위) VS. 조선(9위), 해운(95위)

Reality(14위), Risk(45위) VS. ??



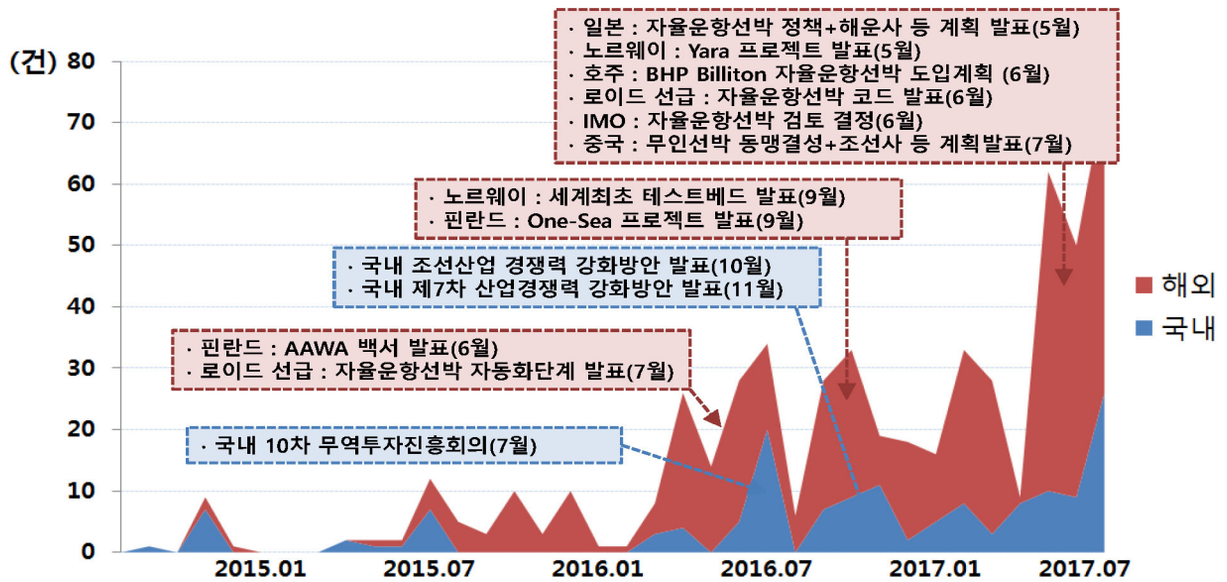
< 해외 언론에 많이 노출된 단어 >

순위	단어	빈도수
2	Autonomous ship	238
3	Technology	142
5	Future	123
9	Crew	90
11	Safety	80
14	Reality	63
18	Shipping	52
34	People	41
38	Maritime industry	38

< 국내 언론에 많이 노출된 단어 >

순위	단어	빈도수
2	개발	423
3	기술	339
7	사업	294
9	조선	273
10	산업	262
25	시장	97
27	투자	88
29	안전	85
61	인력	47

2-2. 우리사회에서 바라보는 자율운항선박

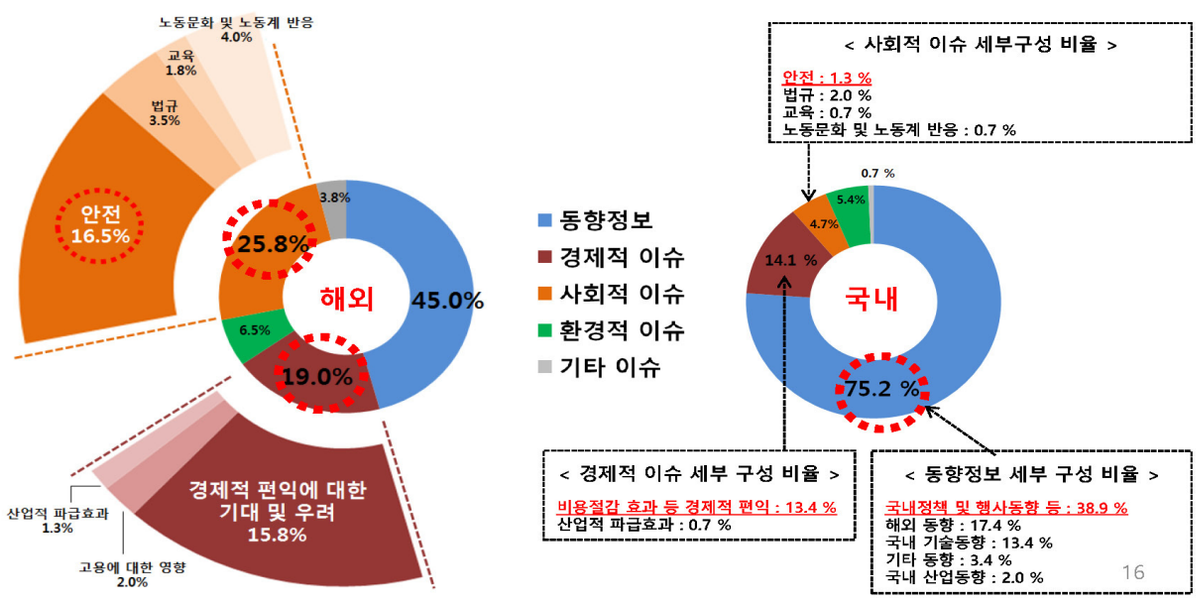


15

2-2. 우리사회에서 바라보는 자율운항선박

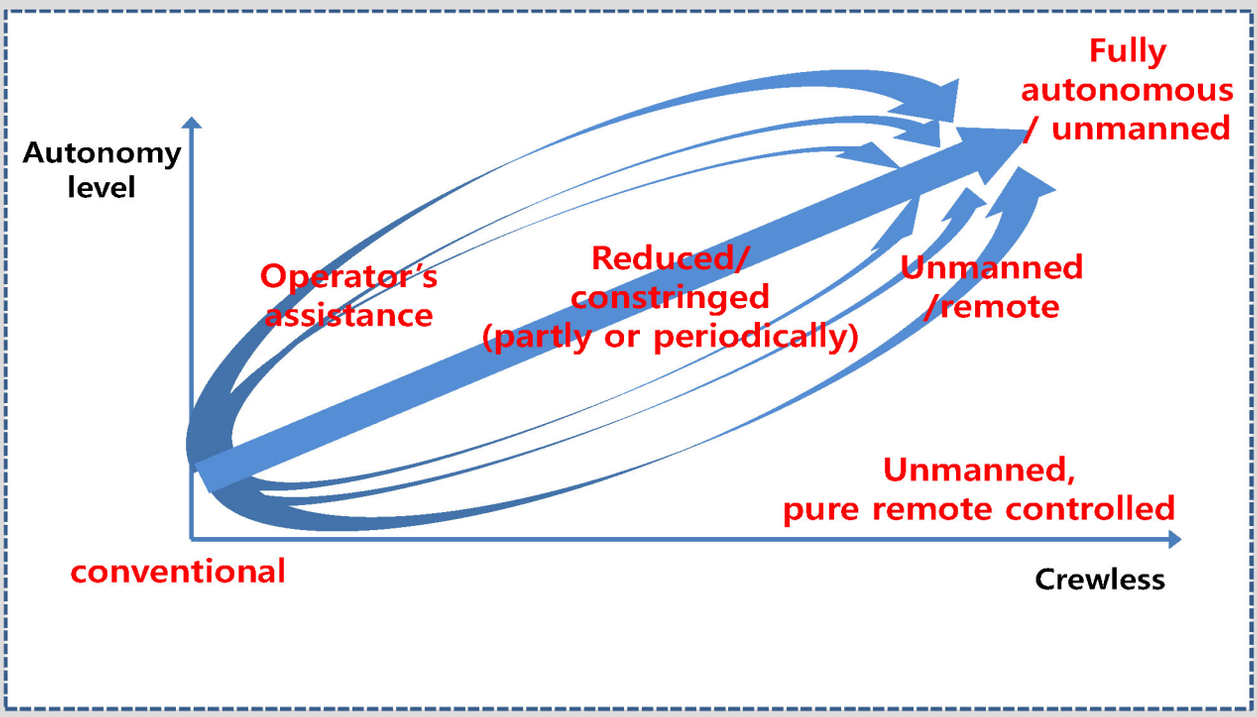
◆ (해외) 사회적 이슈 및 경제적 이슈 등에서 긍정적·부정적 여론이 공존

◆ (국내) 동향정보가 주로 정책전달·행사동향 / 경제적 편익에 대한 긍정적 기대가 압도적



16

2-3. 기술이 바꾸는 미래의 모습

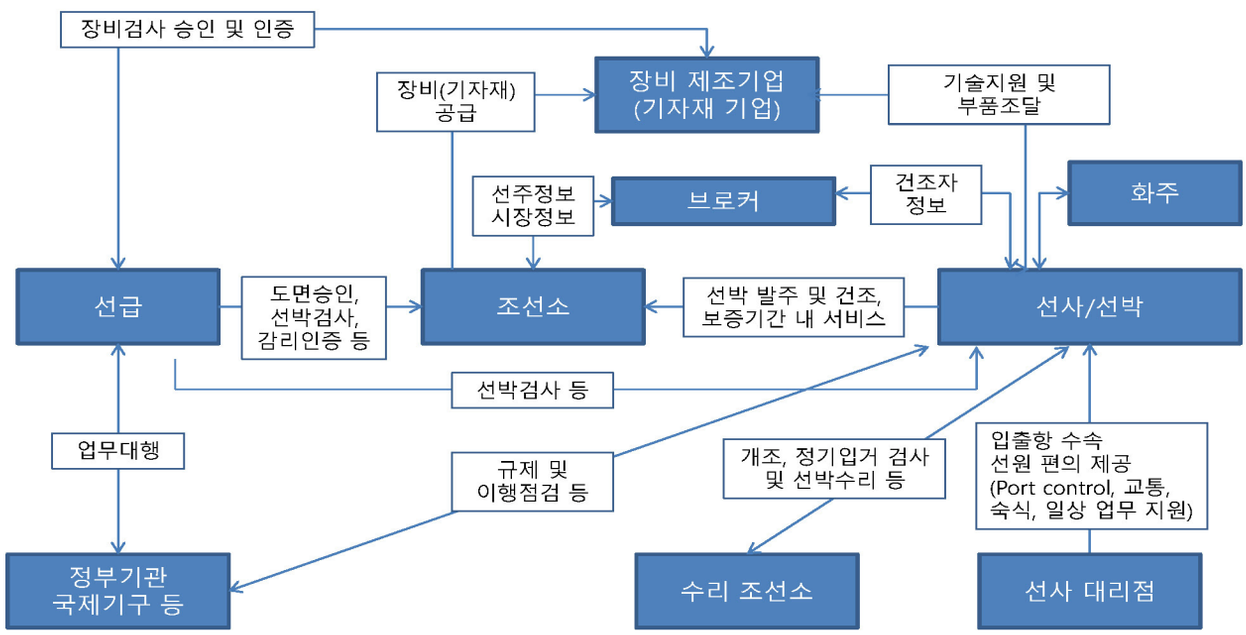


2-3. 기술이 바꾸는 미래의 모습

구분	① 현재	② 2030년 무렵 (선원이 4~5인 수준으로 감소)	③ 2030년 이후 (무인+자율운항 가능)
선박의 운항·관제	< 키워드 > · 디지털화 · 부분적 통합화 < 핵심기술 > · 디지털 통신기술 · e-Navigation 기술 · INS, AIS 기술 · 원격 모니터링(remote monitoring) 기술 < 변화상 > · 각종 항해 및 기관장비의 디지털화가 점진적으로 진행되나, 아직까지는 선장 등 선원(사람)의 판단과 모니터링을 지원하기 위한 보조적 수단 수준 · 디지털 기술의 적용으로 일부 육상에서 선박의 운항과 관련된 위치정보, 상태정보 등을 일방적으로 모니터링하는 수준	< 키워드 > · 지능화 · 통합화 < 핵심기술 > · 디지털 통합·연계기술 · 인공지능 기술 · 원격제어(remote monitoring) 기술 · 센서융합(sensor fusion) 기반 충돌회피 기술 · 사이버 보안기술(수동적 방어수준) < 변화상 > · 선박운항 및 관제에 필요한 과정이 디지털화·지능화됨으로써 승선인원이 최소규모로 감소 * 항해계획수립, 항로분석 및 기관실제어 등 기기·장비의 제어가 지능화되어 최소인원으로 운항 가능 · 선장 등 최소한의 선원으로 중요한 핵심기능만 선원(사람)에 의해 수행되며, 평상시에는 취미생활을 영위하는 등 근로여건에도 변화 발생 가능 · 육상에서 선박의 운항정보를 모니터링할뿐만 아니라, 필요시 부분적으로 개입하여 직접 제어할 수 있음	< 키워드 > · 지능화 · 가상화 < 핵심기술 > · 상황인지 및 인공지능 판단 등 선박 자율운항 기술 · 운항·관제 통합연계기술 · 군집운항을 위한 협력조종(collaborative control) 기술 · 사이버 보안기술(적극적 예방수준) < 변화상 > · 선박의 운항과정이 모두 지능화되어 승선인원 없이도 자율운항 가능 · 자율운항선박이 항만과 연계되는 플랫폼이 구축 · 다른 선박(유·무인선)과도 상호연계되어 자율운항선박끼리 군집운항이 가능 · 육상에서 선박 운항의 전 과정을 모니터링하고, 비상시 개입하여 제어 · 사이버 위협에 대응하여 적극적이고 능동적인 예방

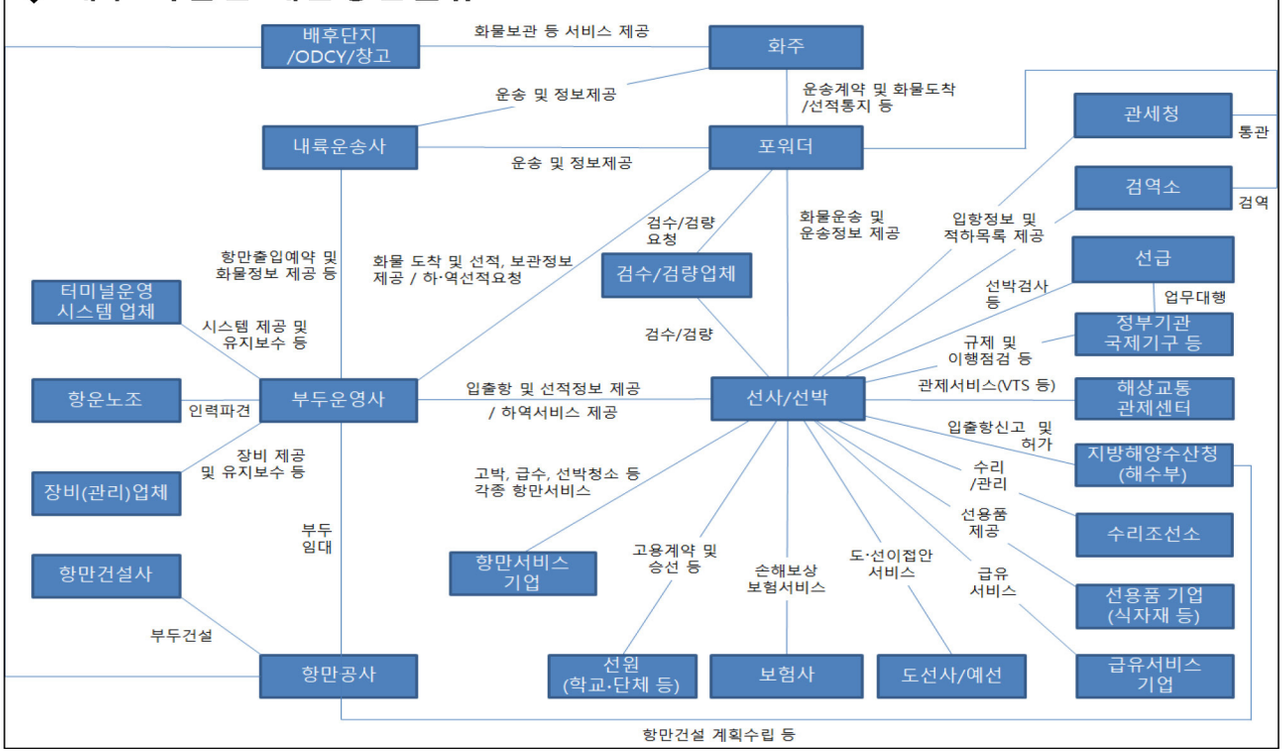
2-4. 해양산업의 변화

◆ 선박의 건조 및 기기·장비 제조



2-4. 해양산업의 변화

◆ 매우 복잡한 해운항만물류



2-5. 지금보다 안전할 것인가??

Reduce human error
(75~96% of total accidents)

Increase machine error
(New risks)

Reduce the risk by piracy
(49 seafarer were kidnapped and 80 were taken hostage / 3Q 2017)

Change of causes of accidents
(e.g. cargo management, dangerous substances)

Reduce navigational accidents
(e.g. collisions)

Cyber risk

No one to prevent accidents

3. 제언

22


감사합니다
iryoon@kimst.re.kr
23

5. 자율운항선박의 핵심 요소기술

장 화 섭

한국선급 연구소 디지털라이제이션팀

• **키워드**

스마트, 자율운항선박, 운용서비스, 항만, 법률/제도

• **주요 경력**

2010.04~현재	한국선급 책임연구원
2017.04~2017.08	산업통상자원부, 스마트 쉽 사업기획 전문위원
2017.08~현재	산업통상자원부, 스마트 자율운항선박 개발사업 기획 공동연구책임자(예타 진행)
2017.10~현재	해양수산부, 자율운항선박 및 해운항만 기획 PD
2018.01~현재	과학기술정보통신부, 혁신성장동력 “자율운항선박” 정책기획 위원
2017.07~2017.09	산업통상자원부, 산업기술 R&BD전략 수립(조선해양) 실무위원
2017.04~2017.06	국민안전처, 해양경비안전 및 방제분야 R&D 중장기 전략 수립 분과위원
2016.10~2014.04	KDI, 준설폐기물 수거 겸용 다목적 대형방제선 건조사업 자문위원(예타)
2014.05~2014.12	산업통상자원부, 극한환경 해양플랜트 기획연구 총괄 집필위원(예타)
2012.06~2014.12	국토교통부, 해상풍력 플랫폼 건설기술 기획연구 주관연구책임자(예타)

• **주요 연구실적**

2012.08~2017.08	해양수산부, 해상풍력 지지구조 설계기준 및 콘크리트 지지구조물 기술 개발, 주관연구책임자
2015.12~2018.09	산업통상자원부, 해상풍력발전단지 해저전력망 설치 및 운영 기술 개발, 참여기관 연구책임자
2016.12~2019.09	산업통상자원부, 해상공사비 절감을 위한 해상풍력 자켓 지지구조 일체화 설계 및 시공기술 개발, 참여연구원
2015.07~2016.01	선박해양플랜트연구소, 무인선 관련 법률 제개정(안) 개발, 참여연구원
2016.07~2019.01	선박해양플랜트연구소, 무인선 실용화를 위한 관련 제반 규정 개발 연구, 참여연구원





자율운항선박 핵심 요소 기술

2018. 2. 8

한국선급 책임연구원
해양수산부 자율운항선박 PD
장 화섭

CONTENTS

1. 사업개요

2. 사업목표

3. 핵심기술/주요내용

Prologue

자율운항선박 미래상(3,000TEU급 컨테이너선 기준, 운항선원 4명 기준)





벙커C유(25톤/일)	배터리 또는 LNG 추진
화물량 3,000TEU (20피트 3,000개)	선원 거주구역 부재에 따른 100TEU 증가 (3,100TEU)
유지비 10~20억원/년 (소모품, 부품 및 장비교체 비용)	15~25억원/년 (시스템화/자동화 장비 고가)
인건비 20명*0.7억원/년*20년=280억원	4명*0.9억원/년*20년=72억원 (약 200억원 절감)
선체보험 선원보험	선체보험 10~20% 증가 선원보험 60% 감소
(결론) 선가 1.5배 증가, OPEX 10~20% 절감	

3

사업개요

❖ 사업명 : 스마트 자율운항선박 및 해운항만 운용서비스 개발

❖ 추진형태 : 범부처 사업(산업통상자원부, 해양수산부)

❖ 사업기간 : 2019 ~ 2025 (6년)

❖ 주요 추진계획 : 1~4차년도(기술개발), 5차년도(건조, 센터 구축), 6차년도(운영)

❖ 사업 주요내용

- ✓ 스마트 자율운항선박 개발
- ✓ 스마트 자율운항선박 시운전센터 개발
- ✓ 스마트 자율운항선박-시운전센터 연계 시스템 개발
- ✓ 스마트 자율운항선박 운용서비스 기술 개발
- ✓ 자율운항선박 운항조정 기술 및 제도 개발

4

추진경위 및 계획

❖ **산업통상자원부**

- 스마트 쉽 추진 위원회 운영('16.06~'17.03) : 김진(KRISO), 장화섭(KR) 등
- 스마트 자율운항선박 기획용역 공모('17.09) : KRISO(주관), KR(공동)
  - 운영위원, 자문위원, 기획위원을 구성하여 기획 중(~'18.02)

❖ **해양수산부**

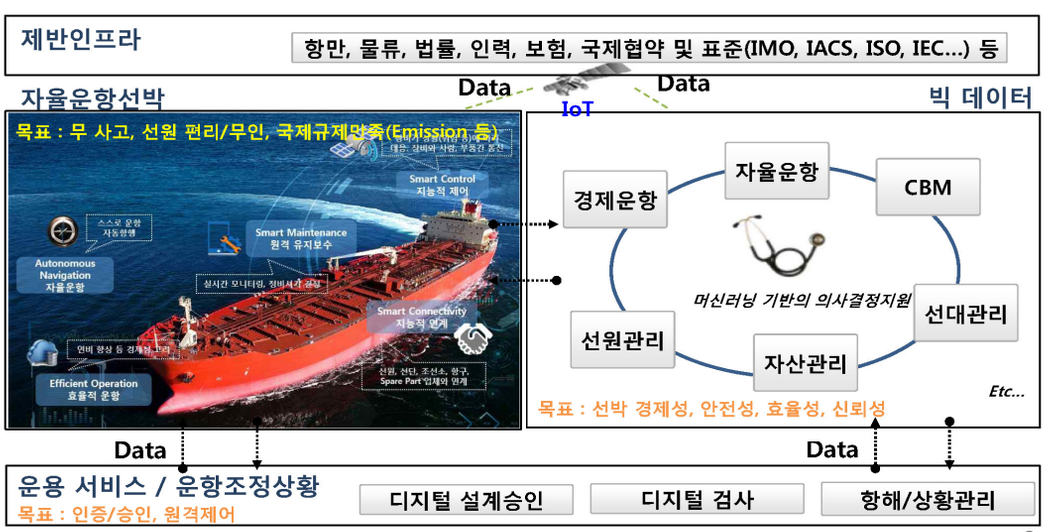
- 자율운항선박 및 해운항만 플랫폼 중심 기획 PD 공모('17.10) : 장화섭(KR)
- 4개분과(항만물류, IOT융합, 자동화제어, 운영/제도) 중심 기획(~'18.02)

❖ **(주요 일정)** 2018년도 제1회 예비타당성조사 신청 완료(범부처)

5

사업 목표

❖ 미래 조선산업의 선도(**시장점유율 35%, 세계 1위 탈환**)와
해운 산업의 글로벌 경쟁력 유지(**해상물류비용 10~20% 절감, 글로벌 TOP 10위권 재 진입**)



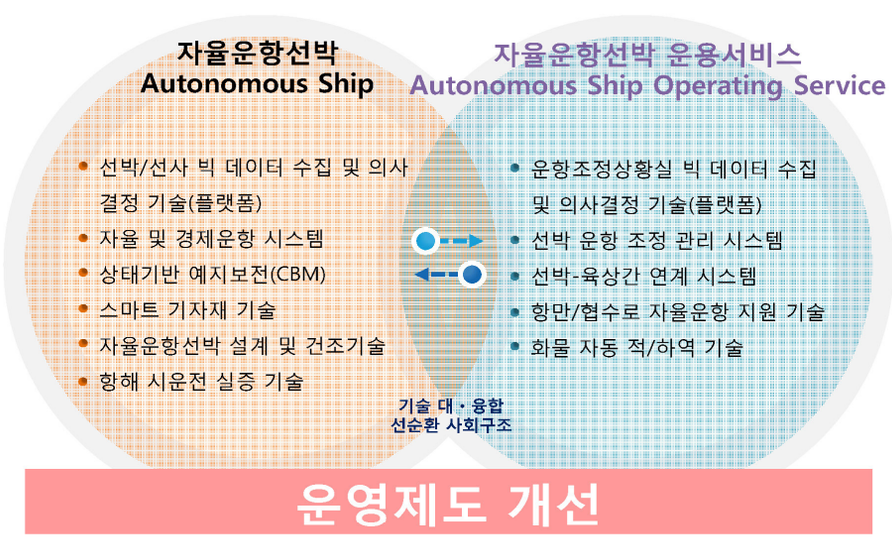
6

사업목표

	Autonomous Ship	Autonomous Operating Service	운영제도 개선
Step 1	• Operator 상황인식 후 직접 제어	• Workforce(Operator, Pilot, Harbour master 등) 상황인식 후 직접 제어	• Marine Engineer
Step 2	• System에서 상황인식 후 제어방안 제시 • Operator 직접 제어	• System에서 상황인식 후 제어방안 제시 • Workforce 판단 및 제어	• Expert Marine Engineer
Step 3	• System에서 상황인식 후 관련사항 전달 및 자체제어 • Operator는 특이사항 있는 경우만 직접 제어	• System에서 상황인식 후 System과 Workforce 협업 판단 및 제어	• Marine and System Engineer
Step 4	• System에서 상황인식 후 자체 제어 및 이행상황 보고 • Operator는 이행상황 모니터링	• System에서 상황인식 후 System과 Workforce 협업 • 운항조정상황실 모니터링 후 이상상황 발생시 원격조정	• 선원 감축 대비 Marine and System Engineer • Semi-Auto Regulation
Step 5	• System에서 상황인식 후 자체 판단하여 제어 (100% 시스템화 단계)	• System에서 상황인식 후 자체 판단하여 제어 (100% 시스템화 단계) • 운항조정상황실 비상상황 발생시 원격조정	• 100% 무인화 대비 System Engineer and Regulation • 지능화 핵심인재 육성

7

사업목표



8

핵심기술/주요내용

(6대 분야 총 73개 기술개발) 스마트 자율운항선박, 자율운항 시운전 센터, 선박-시운전센터 연계기술, 항만연계 시스템, 운항조정상황실, 운용서비스 및 제도 개발

선원 4명 정도(STEP 4) 역할로도 선박 운항 안전성 확보 및 화물운송 기능 구현이 가능한 선박



핵심기술/주요내용

(6대 분야 총 73개 기술개발) 스마트 자율운항선박, **자율운항 시운전 센터**, 선박-시운전센터 연계기술, 항만연계 시스템, 운항조정상황실, 운용서비스 및 제도 개발

스마트 자율운항선박의 성능(자율운항, 보안, 통신, 제어 등) 평가 및 인증을 위한 센터



핵심기술/주요내용

(6대 분야 총 73개 기술개발) 스마트 자율운항선박, 자율운항 시운전 센터, **선박-시운전센터 연계기술**, 항만연계 시스템, 운항조정상황실, 운용서비스 및 제도 개발

자율운항선박과 시운전센터 간의 통신, 보안, 제어를 위한 플랫폼 개발

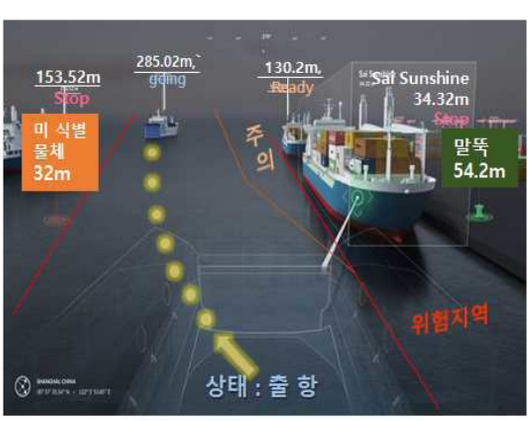


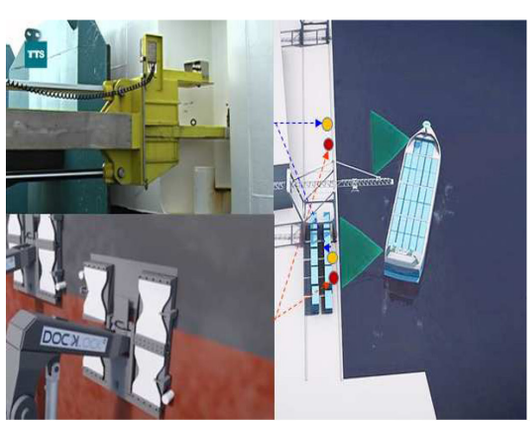
11

핵심기술/주요내용

(6대 분야 총 73개 기술개발) 스마트 자율운항선박, 자율운항 시운전 센터, 선박-시운전센터 연계기술, **항만연계 시스템**, 운항조정상황실, 운용서비스 및 제도 개발

항계내 입출항을 위한 상황인식기반 운항시스템과 항만접안 고도화기술 개발





12

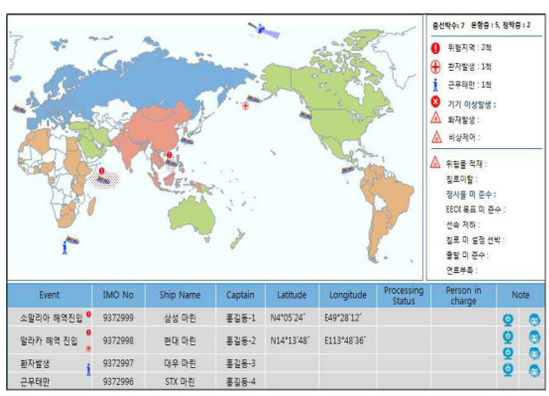
핵심기술/주요내용

(6대 분야 총 73개 기술개발) 스마트 자율운항선박, 자율운항 시운전 센터, 선박-시운전센터 연계기술, 항만연계 시스템, **운항조정상황실**, 운용서비스 및 제도 개발

항계 내 입출항을 위한 상황인식기반 운항시스템과 항만접안 고도화 기술 개발



공간구조	운항조정상황실 하드웨어(H/W)	운항조정 솔루션 (S/W)	운영조직	기반시설
• 상황실 • 장비실 • 회의실 • 기타공간	• 운영서버/PC • 영상/음향장비 • 네트워크/보안 시스템 • 운용콘솔 • 기타시설	• 장비 이중화 S/W • 모니터링 S/W • 원격제어 S/W • 통합 게이트웨이 S/W • 기타 S/W	• 총괄부서 • 운영부서 • 유관기관 • 유지보수 인력	• 출입통제시스템 • 공조시설 • 전기설비 • 소방설비 • 기타



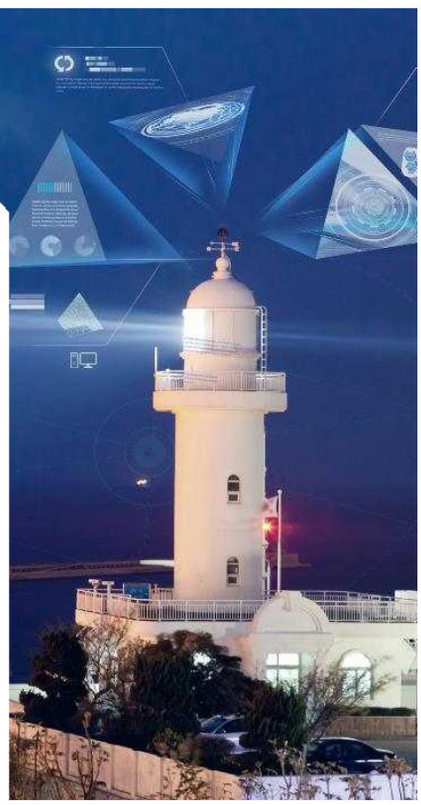
핵심기술/주요내용

(6대 분야 총 73개 기술개발) 스마트 자율운항선박, 자율운항 시운전 센터, 선박-시운전센터 연계기술, 항만연계 시스템, 운항조정상황실, **운용서비스 및 제도 개발**

완전 무인화 선박을 대비하기 위한 법률, 제도, 규제의 제/개정, 국제표준화 대응 및 인력양성 프로그램 개발



감사합니다.



(사) 한국선급

janghs@krs.co.kr / 070-8799-8391

Private and Confidential / All Rights Reserved 2017

SESSION 2. 종 합 토 론

좌 장 : 이 용 희 교수 한국해양대학교 해사법학부

• 주요 경력

1987년~2004년 8월 한국해양연구원 책임연구원
2001년~2002년 미국 하와이대학교 법과대학 객원연구원
1995년~2004년 국제해저기구 연차총회 정부대표(법률자문)
2004년 5월~현재 정부간해양학위원회 해양법전문가그룹 위원
2008년~현재 경상북도 독도법률자문 위원
2011년~해양과학기술진흥원 해양R&D『해양기획분야』전문위원
2011년~국제해양법 특별중재재판소 해양과학조사분야 중재전문가
2015년~현재 국가과학기술심의회 전문위원

6. 자율운항선박의 출현과 항만의 대응

박 호 철

부산항만공사 물류정책실장

• **키워드**

자율운항선박, 항만, 자동화

• **주요 경력**

현대상선 차장

한국허치슨 터미널 부장

Benison International, NY, USA GM

부산항만공사



자율운항선박의 출현과 항만의 대응

박 호 철

부산항만공사

□ 주요 논의사항

○ 자율운항 선박의 출현 가능성

○ 자율운항 선박의 출현과 항만의 대응

○ 항만의 자동화

□ 자율운항선박의 출현과 항만의 대응

○ 자율운항선박의 출현 가능성

○ 자율운항 선박의 도입과 항만의 대응

○ 자율운항 선박과 항만자동화

○ 항만의 생산성 관점에서의 자동화

○ 항만의 자동화를 바라보는 시각

○ 항만자동화의 득과 실

○ 부산항 자동화의 방향

7. 자율운항선박의 도입과 P&I 보상의 변화

홍 진 택

한국선주상호보험 보상2팀장

• **키워드**

선주의 감항성 유지 의무, P&I 보상 위험의 변화, 보상 제외

• **주요 경력**

범양상선 보험법무실 재직(1996~1999)

H&G Korea(보험브로커) 재직(2002~2005)

㈜ 대우로지스틱스 보험법무팀장(2007 ~ 2011)

보험연수원 강사(2015~현재)

Korea P&I Club 보상2팀장(2016~현재)



자율운항선박의 도입과 P&I 보상의 변화

홍 진 택

한국선주상호보험

□ 주요 논의사항

1. 보험 담보와 선박 감항성 유지 의무
2. 보상의 범위
3. 보상 제외 위험

□ 자율운항선박과 P&I 보험계약규정

1. 선박 감항성 유지 의무
   - 선급 등의 유지 및 법령의 준수
   - 인적감항성에 관한 국제 조약 규정의 개정 필요

2. 보상의 범위
   1) 선원에 관한 책임 및 비용
      - 육상의 선박 조정자의 지위 ; 선원? 피보험자?
      - 보상 사건의 감소/소멸 예상

   2) 여객에 관한 책임 및 비용
      - 무인선박의 상용화와 가장 영향이 적은 보상 분야로 예상

3) 기타 인명 사상에 관한 책임 및 비용

– 인명구조를 위한 우회 비용의 보상 불필요

4) 밀항자 또는 난민 등에 대한 비용

– 무인 선박 선주에게는 무의미한 보상 항목

5) 타선과의 충돌에 의한 책임 및 비용

– 무인 선박과 재래 선박이 혼재하는 시기에는 빈발 가능성

– 무인 선박 기술의 발전과 무인선박의 확대로 사건 수 감소 예상

– 무인 선박의 도입 초기에 초과충돌책임보상 증가 가능성

6) 재산 등에 관한 책임 및 비용

– 어장 및 양식장 손해의 증감은 예측이 어려움.

7) 오염에 관한 책임 및 비용

– 연료유가 아닌 전기에 의해 운항되는 선박은 환경에 무해한가?

8) 화물에 관한 책임 및 비용

– 화물의 부족 인도 손해 또는 손상 손해 대폭 감소할 것으로 예상됨.

– 전자선하증권 발행으로 인한 책임

; 전자선하증권을 발행하지 않았으면 발생하지 않았을 책임은 보상에서 제외

9) 공동 해손

– 선박의 관리 과실/항해과실의 개념이 희박해짐에 따라 공동해손제도도 유명무실해지거나 소멸될 것으로 예상.

3. 제외 위험, 보상책임의 제한

1) 조합원의 고의/중과실

2) 책임제한액을 초과하는 금액

선박소유자책임제한 제도 및 법령상의 각종 책임제한 제도가 폐지될 경우 동 조항도 소멸할 듯.

3) Cyber Attack Risk?

Cyber Attack에 의해 무인선박의 조정권이 hacker에게 넘어가 대형사고가 빈발할 경우에도 전술한 보험 보상을 유지할 수 있을까?

Institute Cyber Attack Exclusion Clause CL380

1.1 Subject only to clause 1.2 below, in no case shall this insurance cover loss, damage, liability, or expense directly or indirectly caused by, or contributed to by, or arising from, the use or operation, as a means for inflicting harm, of any computer, computer system, computer software programme, malicious code, computer virus or process or any other electronic system.

1.2 Where this clause is endorsed on policies covering risks of war, civil war, revolution, rebellion, insurrection, or civil strife arising therefrom, or any hostile act by or against a belligerent power, or terrorism or any person acting from a political motive, Clause 1.1 shall not operate to exclude losses (which would otherwise be covered) arising from the use of any computer, computer system or computer software programme or any other electronic system in the launch and/or guidance system and/or firing mechanism of any weapon or missile

8. 자율운항선박 도입에 따른 파급효과

이 광 일

한국해양대학교 교수

• **키워드**

사이버 안전성, 신뢰성, 효율성, ICT융합, 국제표준 및 협력

• **주요 경력**

2000 ~ 2002	미국국립표준과학기술원, 연구원
2002 ~ 2004	미국매릴랜드대학교, 연구원
2004 ~ 2006	미국텍사스주립대학교 연구원
2006 ~ 2017	한국전자통신연구원 책임연구원
2017 ~ 현재	한국해양대학교, 교수
2015 ~ 현재	IEC TC80 WG17 공통해사정보모델 의장(컨비너)
2017 ~ 현재	TTA 자율운항선박 표준화전략맵 위원장
2017 ~ 현재	국제자율운항선박포럼(INAS) 한국대표

• **주요 연구실적**

2008 ~ 2011	국내최초 스마트선박 상용화 개발
2011	국내 최초 스마트 선박 IEC 국제표준 개발 및 채택
2014	스마트선박 국제표준화개발 공로 산업부 장관 표창 (2014. 10) 해양안전개발 및 표준화개발공로 해수부 장관 표창 수상(2014.12)
2015	세계 최초 선박 사이버보안 국제표준 채택
2015	아시아 최초 IEC TC80(해상 항해 및 무선통신위원회) 총회 개최
2015	아시아 최초 IEC TC80 컨비너 수임
2016 ~ 2017	해수부 e-navigation 과제, 세부과제 책임자
2017	TTA 우수표준화위원 표창
2017 ~ 현재	자율운항선박을 위한 항로관리모델 IEC/IHO 국제표준개발 책임



자율운항선박 도입에 따른 파급효과

이 광 일

한국해양대학교

□ 주요 논의사항

○ 자율운항 선박 도입 배경

○ 선박 기자재 산업의 변화

○ 국제협력과 준비 필요

□ 자율운항선박 도입에 따른 파급효과

○ 자율운항 선박 도입 배경

– 최근 국제사회에서는 4차 산업 혁명으로 불리어지는 Industry 4.0의 도입으로 인해, 새로운 기술과 서비스의 출현으로 인해 산업 전반에 커다란 변화가 발생하였으며, 해양산업분야에서는 자율운항 선박이 하나의 커다란 주류가 됨.

– 자율운항선박에 대한 논의가 기술적인 관점에서 발생이 되긴 하였으나, 자율운항 선박의 도입 배경은 크게 3가지, 안전성 (Safety), 신뢰성(Reliability)와 효율성임

– 충돌회피, 좋지않은 기상환경, 상황인지, 선원의 실수로 인한 위험 감소 등을 통한 안전성 제공

– 조기에 위험 상황인지, 중앙관리, Predictive Based Maintenancne, 단순화된 선박 설계, 육상과 선박간 문제해결 능력 제공을 통한 신뢰성 확보

– 에너지 소비 감소, Port Call Optimization, 실시간 항로 최적화, 선박 각 시스템에서의 에너지 효율을 향상 등을 통한 효율성과 이로 인한 경비 절감

○ 선박 기자재 산업의 변화

– 안전성, 신뢰성 및 효율성을 제공하기 위해 선박기자재 산업은 크게 변화될 것으로 전망됨.

– Yara와 같이 전기추진 선박과 이로 인한 엔진 및 추진체계의 변화

– 선박에서 수리할 수 있는 선원이 감소하므로, 선박 기자재의 안전성과 효율성을 위해 디지털 트윈과 3D 설계와 모델링 등의 기술이 도입

– 상황인지를 위한 Lider와 같은 추가적인 선박 센서와 시스템 필요

– 선박과 육상간 통신을 위한 해상 광대역 통신 시스템과 위성 통신의 변화

– 특히, 사이버보안과 안전성에 대한 적용과 대상 및 범위는 매우 크게 확대될 것으로 기대됨

– 육상 시스템에서는 블록체인과 같은 좀 더 안전한 인증 수단이 도입될 것으로 기대되며, 선박 장비들은 현재의 기능 중심의 장치에서 사이버 보안 기능을 기본적으로 탑재한 장비들로 모두 대체되고, 해킹 등을 위한 새로운 장비 시스템이 도입될 것으로 전망됨

○ 국제협력과 준비 필요

– 자율운항 선박이 가져올 또 다른 커다란 변화는 해양산업에서의 개방형 시스템과 생태계 조성

– 원격운영센터 등과 같이 선박을 운용하고 관리하는 센터들은 이제 더 이상 물리적인 위치에 영향을 받지 않고, 세계 어디에서나 운영이 가능하므로, 지리적 특성에 아니라 기술과 운영 능력에 따라 차별화

– 자율운항 선박을 위해서는 다양한 이종 시스템과 장비 및 서비스간의 상호운영성을 제공하고 보장하기 위한 해양디지털 플랫폼과 이를 기반으로 한 개방형 시스템 개발 필요

– 자율운항 선박의 성공을 위해서는 전통적인 해양관련기업들의 ICT 기업들과의 협력을 통한 디지털화, 타 산업과의 융합이 필요하며, 국내 뿐만 아니라 국제적인 기업들과의 협력을 통한 개방형 생태계 구축 필요

- 자율운항 선박의 도입을 위해서는 기술 개발 뿐 아니라, 국제해사기구 등에서의 국제협약과 IEC/ISO/IHO 등을 포함한 국제표준개발이 필요하며 이를 위한 국제협력은 필수, 이에 대한 준비가 필요함.
- 노르웨이에서는 국가적 생태계와 협업 체계를 구축하고, 국제적인 자율운항 선박 논의를 위한 협의체를 주관, 핀란드에서는 OneSea를 통한 국제적 개방형 생태계 구축을 위해 노력 중
- 우리나라에서는 국내협의체인 KAUS를 구성하였으며, KAUS를 중심으로 국제자율운항선박협의체인 INAS에 참여 및 OneSea 등과도 민간차원의 협력 중임. 향후, 국제적 활동의 증대와 지원이 필요함.
- 자율운항 선박과 같은 국제적인 논의에 우리나라의 산업을 보호하고, 대변할 수 있도록 국제논의와 이슈의 선점과 주도가 필요함.

9. 자율운항선박 도입에 따른 선원 및 일자리에 미치는 영향

김 경 석

한국해양수산연수원 해사글로벌역량강화사업단장, 특임교수

• **키워드**

자율운항선박(Autonomous vessel), 자율수준(Autonomy level), 원격 운영자(Remote Operator), 자율운항선박 운항인력교육, APEC 해양교육훈련회의(MET)

• **주요 경력**

한국해양수산연수원 특임교수, 해사글로벌역량강화사업단장
해양수산부 갈등관리위원장
해양경찰청 교육자문위원
(전) NPIC(국립 캄보디아공업대학) 교환교수
(전) Texas A&M 대학 교환교수
한국해양대학교 졸업

• **주요 연구실적**

전국선원복지시설 운영 실태조사, 2016, 한국선원복지고용센터
내항상선 선원 안정적 수급방안 연구, 2016, 한국해운조합
개발도상국 해사안전시스템 구축 협력사업, 2009~2011, 해양수산부
IMO회원국감사제도 국내 수용방안 연구, 2006, 해양수산부
IMO 전략과제 연구, 2004~2011, 해양수산부
국제협약의 이행 방안 연구, 2002, 해양수산부



자율운항선박 도입에 따른 선원 및 일자리에 미치는 영향

김 경 석

한국해양수산연수원

□ 주요 논의사항

○ 자율수준에 따른 운영자의 역할

○ 선원에 미치는 영향

○ 신규 직업군 출현에 따른 일자리 창출

□ 자율운항선박 도입에 따른 선원 및 일자리에 미치는 영향

○ 자율수준에 따른 운영자의 역할

자율수준 (Autonomy level)	상 세	운영자 역할
AL 0: 수동 제어	항해 제어나 침로의 변침점은 수동으로 운영됩니다.	운영자가 승선하거나 무선을 통해 원격으로 선박을 조종합니다.
AL 1: 선내에서의 의사결정 지원	침로와 선속은 선박에 설치된 센서에 의해 측정되고 설정된 항해계획에 따라 자동항해가 됩니다.	운영자는 변침점으로 침로를 설정하고 원하는 속도를 결정합니다. 운영자는 필요한 경우 침로와 속도를 모니터링하고 변경합니다.
AL 2: 선내 또는 육상 기반 의사결정 지원	변침점 연결을 통한 침로 항해 침로는 계획을 일정에 따라 계산되어지며 외부시스템에 의해 새로이 업로드 할 수 있습니다.	운영자는 운항상황과 주변 환경을 모니터링 합니다. 필요한 경우 침로와 속도를 변경하고 중재를 위한 제안을 알고리즘에 의해 제공 될 수 있습니다.

자율수준 (Autonomy level)	상 세	운영자 역할
AL 3: 모니터하고 승인하는 운영자에 의한 실행	시스템은 선박 및 그 주변의 센서 정보를 기반으로 항법결정을 권고합니다.	운영자는 시스템의 기능 및 동작을 모니터링 하고 수행되기 전에 조치를 승인합니다.
AL 4: 모니터하고 개입할 수 있는 운영자에 의한 실행	항해와 운항 조치에 대한 결정은 운영자의 승인에 따라 계산을 기반으로 실행되는 시스템에 의해 계산됩니다.	운영자는 시스템의 동작을 모니터링하고 필요에 따라 수정 조치를 취합니다. 육상에서 모니터링이 이루어 질 수 있습니다.
AL 5: 모니터링 되는 자율	항해 및 작동에 대한 전반적인 결정은 시스템에 의해 이루어지며 결과 및 위험을 평가합니다. 센서는 주변 환경의 관련 정보를 수집하고 시스템은 현재 상황을 해석합니다. 시스템은 활동을 계산하고 이를 수행합니다. 불확실성이 있는 경우 운영자에게 경고합니다.	시스템은 계산 된 작업을 수행합니다. 시스템이 주변 환경, 자체 상태 및 계산 된 조치에 대한 해석이 확실하지 않은 경우 운영자에게 경고합니다. 일반적인 목표는 운영자에 의해 결정되고 육상에서 모니터링 될 수 있습니다.
AL 6: 완전한 자율	항해 및 작동과 관련된 전반적인 결정은 시스템에 의해 이루어지며 결과 및 위험을 평가합니다. 시스템은 자신의 행동과 주변의 반응에 대한 분석과 계산을 기반으로 작동합니다. 주변 환경과 과거와 현재의 상황에 대한 지식은 기계 학습을 통해 고려됩니다.	시스템은 자체 의사 결정 및 조치를 취하고 자체 기능을 계산하며 주변 교통상황을 예측합니다. 시스템이 조치하지 못하는 경우 운영자에게 경고합니다. 일반적인 목표는 시스템에 의해 결정도리 수 있고 육상에서 모니터링 합니다.

(Lyoyd's Register 채택)

- 자율수준 따라 선원이 승선하는 수동항해(M)와 원격조종(R) 선박이 있으며, 선원이 승선하지 않는 원격조종(RU)과 자율운항(A)의 4단계로 나뉩니다.
- 자율운항선박의 최종 종착지인 완전한 자율로 가기 위한 단계에는 어떤 형태로든 자율수준이 다른 선박이 혼재하는 과도기가 있을 것이며, 이러한 상황에서 운영자의 역할을 부여하는데 있어 해기지식과 정보통신기술(ICT)의 습득은 중요한 사항이라 볼 수 있습니다.

○ 선원에 미치는 영향

– 현재 유럽 주요 자율운항선박 기술협력 주도국(영국, 노르웨이, 덴마크, 핀란드 등) 및 기술개발사(콩스버그, 롤스로이스)의 무인선박 도입에 관한 정책은 유럽이 풍부하게 갖추고 있는 정보통신기술(ICT) 기반으로 한 인력으로 기존 선원인력을 대체하려고 하고 있어 선원인력시장 패러다임의 큰 변화를 가져올 것으로 예상됩니다.

– 주요 선원 송출국인 아시아 국가에서 큰 타격이 예상되고 이로 인해 IMO에서 자율운항선박 관련 논의가 신속하게 진행되기는 어려울 것으로 보여집니다.

– 선원국인 우리나라도 이에 대비하여 해기지식을 기반으로 한 선원인력에 정보통신기술(ICT)을 습득하도록 하여 기존 시장에 미치는 피해를 최소화하도록 해기사의 직업전환을 을 이루고 국제사회에 이를 공론화 하기 위한 선제적 전략 수립이 필요할 것입니다.

○ 신규 직업군 출현에 따른 일자리 창출

– 자율운항선박 도입 시, 해기지식 기반 해기사의 직업 전환과 더불어, 정보통신기술(ICT)을 겸비한 산업전문가의 해기지식 습득도 함께 논의되어야 할 주요 문제이므로, 양쪽 전문가의 지식 교환과 직업 전환을 포괄적으로 지원하는 교육 시스템 수립이 논의되어야 합니다.(“산업전문가의 해기 친숙화 교육” 및 “해기전문가의 ICT 친숙화 교육” 등)

– 자율운항선박 시대의 Remote Operator(원격 운영자)는 선박에 승선하여 사회와 단절되고 열악한 환경에서 일과 생활을 병행해온 선원과는 완전히 다른 직업환경에서 일하는 고부가가치의 아주 매력적인 신규 직업군으로 인식될 것입니다.

– 이러한 점은 우리나라 젊은 층의 인구감소로 인해 선호하지 않는 직업형태이던 선원직에 호재가 될 수 있고 관련 학계와 산업계에 활력을 불어넣을 수 있을 것으로 예상됩니다.

- 자율운항선박 개발의 가속화로 인하여 아시아 선원 송출 및 양성 시스템에 급격한 변화가 예상되므로 자율운항선박 운항인력 양성 체계 구축을 통한 선제적 시장 대응이 필요할 것 입니다.
- 유럽의 기술 주도형 시장혁신 정책과 아시아의 해운산업 및 선원시장 보호정책 사이에서 한국해양수산연수원의 가교적 역할 수행 가능성을 확인하고자 아시아 주요 선원 송출국 정부 및 교육기관 관계자를 모시고 2018년 APEC 해양교육훈련(MET) 전략회의를 2018년 2월말에 개최할 예정입니다.

10. 자율운항선박 도입을 위한 유지보수

원 종 천
현대글로벌서비스 부장

- **키워드**

  원격 모니터링 및 분석, 예지정비 (Predictive Maintenance), 고장 대응 및 원격 수리, 유지 보수 이력 관리

- **주요 경력**

  서울대학교 대학원 조선공학 전공
  현대중공업 선박연구소
  현대중공업 마린서비스부
  현대글로벌서비스 Digital Transformation팀
  맥넷 스마트십 Working Group
  자율운항선박 기술영향평가위원회[경제산업분과] 위원
  해수부 자율운항 선박 분과기획위원단[IOT분과] 위원
  울산광역시 스마트십 실증 구축사업 참여

- **주요 연구실적**

  도크내 시운전시 프로펠러 추력에 대한 연구, 대한조선학회지, 1999
  공동침식 시험기법 및 비교시험, KTTC, 2006
  프로펠러 공동침식 평가를 위한 Paint 도색법에 관한 고찰, KTTC, 2007
  “데이터 기반 스마트 쉽 서비스”, 맥넷 WG-스마트십 제1회 기술세미나, 2017



자율운항선박 도입을 위한 유지보수

원 종 천

현대글로벌서비스

□ 주요 논의사항

○ 원격 모니터링 및 분석

○ 예지정비 (Predictive Maintenance)

○ 고장 대응 및 원격 수리

○ 유지 보수 이력 관리

□ 무인 운항 환경에서의 유지 보수

무인 운항 선박은 현장 인원을 통한 선내 대응이 어렵기 때문에 주요 장비에 손상이나 고장이 발생하면 사소한 경우조차 치명적인 장애로 확대될 수 있다. 따라서 무인 선박은 유인 선박에 비해 더 강건한 설계와 지원 시스템이 필요하다. 자율운항선박의 추진 시스템으로 배터리 기반의 전기 모터 추진이 추천되는 이유도 내연 기관에 비해 작동 부위가 단순하므로 고장 발생 가능성이 낮고 운전에 관련된 데이터를 취득하기 쉬우며 원격 제어가 가능한 기능이 많기 때문이다.

IoT 기술의 발달로 제품의 운전 상태를 실시간 모니터링 하는 것이 가능하게 되어, 선박의 손상 대응도 사전 예방과 원격 대응, 사후 처리 모두 데이터 기반으로 실시한다. 자율운항선박은 감시와 대응이 모두 원격으로 이루어지게 되므로 유지 관리에 필요한 기술과 시스템이 유인 선박과 차이가 있다.

① 선박과 장비의 상태를 원격으로 감시하고 이상 발생 시 원인분석 할 수 있는 시스템을 갖추고 있을 것
② 주요 장비의 손상에 대해, 대체 운전이 가능한 여분의 시스템(Redundancy system)이나 원격 관제를 포함, 일정 수준의 자가수복 역량이 있을 것
③ 이상 상태를 정상으로 신속하게 회복 가능하도록 항로 상에 부품 및 서비스 엔지니어 지원 시스템이 있을 것

1. 원격 진단과 사전 예방

자율운항선박의 모니터링은 이미 설치된 센서로부터 자동으로 실시되므로 운항 중에 추가로 계측하는 것이 불가능하다. 따라서 유인선에 비해 운전상태 감시를 위한 센서가 더 많이 필요하고 계측된 데이터의 양도 증가한다. 이 경우, 육상으로 다량의 데이터를 송신하기 위해서는 인공위성에 기반한 광대역 통신망이 있어야 하며 데이터의 수집, 저장, 처리를 위해서 육상에 대용량의 데이터 센터가 필요하다. 선박 성능과 장비 모니터링 후 육상으로 데이터 전송하는 시스템은 충분한 수의 솔루션이 시장에 출시되어 있다.

기술의 발달에 따라 센서 비용이나 인공위성을 이용한 데이터 사용료는 지속적으로 감소되는 경향이고, 데이터의 저장도 Cloud 업체를 통해 저렴하게 이용할 수 있으므로 솔루션의 설치와 운영에 관한 비용 장벽은 심각하지 않은 수준으로 해소될 것으로 기대된다.

실시간 모니터링 결과에 기반하여 장비 상태 진단을 하는 기술로 Digital Twin이 부각되고 있다. 이것은 가상세계에 실제와 같은 시스템을 구현하여 이상 상태의 검지와 원인 규명을 신속하게 수행할 수 있는 장점이 있다. 현재 육상 발전이나 풍력 터빈 등에 실용화 되어 있다. 다만 장비의 실시간 감시를 위해서는 다량의 데이터가 산출되므로 현 단계에서 선박 엔진의 Digital Twin을 실시간으로 육상에서 구현하기는 어렵다. 대안으로 일정 기간의 계측 데이터는 선내에 보관하고, 이상이 발생한 경우만 압축해서 육상으로 보내는 방식이 제안된다. 원인 분석을 위해 계측 데이터 원본이 필요한 경우는 선내에 저

장된 데이터를 사용한다.

자율운항선박은 유인선에 비해 운항 중 대응이 어렵기 때문에 예기치 못한 이상을 막기 위해 상태 진단 결과로부터 사전에 최적 상황에서 정비 내지 부품 교체를 수행하는 예지정비(Predictive Maintenance)가 중요하다.

예지정비를 하기 위해서는 실시간 모니터링 데이터를 분석하여 현재 장비의 파손 위험이 어느 정도인지 정확하게 평가할 수 있어야 하므로 신제품일 때부터 파손 때까지 원인별 손상 모드에 대한 정보가 있어야 한다. Failure mode에 대한 자료 수집과 연구를 위해서는 개별 장비 업체, 조선소, 해운사, 선급, 수리조선소 등의 협력이 필요하다.

축적된 데이터는 기계 학습 등 인공지능 기법을 통해 전문가 시스템의 진단 정확도를 향상시키는데 사용한다.

2. 자가 수복 및 원격 대응

선내 시스템의 이상은 시스템의 변수를 조정하여 운전 조건을 완화하여 작동이 가능도록 하거나 대체 운전 시스템을 통해 손상 장비를 우회하는 방법을 고려할 수 있다. 어느 경우든 시스템 control이 원격으로 가능해야 하는데 장비의 조정 권한을 개별 제조업체가 보유하고 있으면 시스템 오류 시 책임의 소재와 한계 문제가 발생할 수 있으므로 시스템 관점에서 종합적인 관제가 필요하다.

인공지능과 로봇 기술이 발전하면 선내에서 처리할 수 있는 수리 범위가 향상될 것으로 기대된다. 그러나 외부 원인으로 인한 사고 등 예기치 못한 이상 발생을 대비하여 원격지에서 인간이 운항에 개입할 수 있는 시스템도 필요하며, 이 경우 해킹당하지 않도록 Cyber Security에 주의해야 한다.

3. 글로벌 지원 네트워크

주요 부품은 Failure Mode 분석이나 A/S 자료 분석을 통해 수명주기를 평가하여 최적 물류 및 재고 관리를 통해 납기를 단축시킬 수 있다. 많은 선박의 자재 소요 자료가 분석되고, 시스템에서 관리하는 선박수가 증가할수록 자재 보관을 최적화할 수 있기 때문에 해운업체로서는 예기치 못한 사고에도 적기에 부품을 공급받을 수 있는 가능성이 높아진다.

부품의 교체는 선내 장비 시스템에 대한 분석 자료에 기반하여 예지정비에 필요한 부품을 최적 시기에 자동으로 발주한다. 구매 발주와 제조 납품 시스템이 모두 연동되어 있어야 하며, 현재의 시장 추세로 보면 아마존이나 알리바바와 같은 지배적인 플랫폼이 출현할 것으로 예상된다.

방선이 필요한 경우, 전문가가 원격지에서 증강 현실 장비를 이용해 비전문가인 현장 기술자의 설치와 수리작업을 지원하는 방법이 타 산업군에서 적용되고 있다. 원격 전문가는 기술자가 증강현실 기기를 통해 보고 있는 장면을 직접 확인하고 작업 방식을 안내함으로써 기술자 활용도를 향상시키고 현장 재방문 횟수를 감소시킨다.

손상으로 선박이 항로를 벗어난 항구에서 수리가 필요한 경우, 적재 화물을 최소한의 일정 손실로 원 목적지에 전달할 수 있는 최적 환적 계획 수립 시스템이 필요하다.

결론

① 고장의 원인을 최소화 할 수 있도록 부품 단순화와 강건한 설계가 병행 되어야 한다.

② 원격으로 누락 없는 상태 감시가 가능하도록 충분한 센서가 장착되어야 하며, 데이터의 송수신과 저장 등 ICT 기술이 지원되어야 한다.

③ 체계적인 이상 감지와 원인 규명을 위해 Digital Twin과 같은 시스템을 활용할 수 있으며 예기치 못한 손상을 최소화하기 위해 장비와 시스템에 대한 예지정비를 위한 자료 축적과 기술개발이 필요하다.

④ 유인선과 마찬가지로, 고장 발생 시 후처리를 위한 글로벌 지원 시스템이 필요하며 납기 단축과 재고 최적화를 위해 자재 소요 데이터의 분석 및 구매, 발주, 운송, 보관을 제어하는 최적 물류 시스템 구축이 필요하다.