

스마트 자율운항선박의 기술개발 현황과 과제

유영호 TTA 스마트자율운항선박(PG607) 의장 | 한국선박전자산업진흥회 기술이사



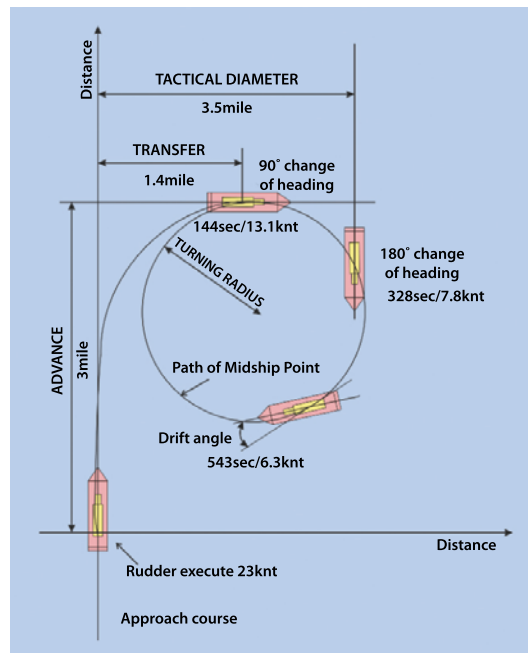
1. 머리말

요즘 판매되고 있는 자율주행 자동차나, 자율주행자동차는 아니지만 주행편의 기능을 많이 탑재한 자동차를 운전해 본 경험이 있는 사람은 자율운항선박은 넓은 바다를 향해하고 속도도 자동차보다 훨씬 느리니까 더 안전하게 운항할 수 있지 않을까 생각하기 쉬울 것이다. 그러나 선박은 브레이크가 없고, 역주행이 자동차보다 훨씬 복잡하고 많은 시간이 필요하다. 일반적으로 상선의 경우 회주직경은 선박 수선간장의 3~4배의 길이이다. COSCO 22,000 TEU급 컨테이너 선박의 경우 회주경은 [그림 1]과 같다. 전속 항해하는 경우 위험물을 발견하고 회피하기 위하여 전타를 사용하여 우턴한다고 하면, 3마일 전진 후에 1.4마일 지나서 선박이 90도 선회하고 이때 시간이 144초 걸린다. 해상 1마일은 1,852m 이니까 3마일이면 5,556m이다. 자동차가 시속

100km주행일 때 안전거리가 100m인 것을 감안하면 선박은 좀 더 먼 거리에서 안전유지를 위한 조치를 수행해야 한다는 것을 알 수 있다. 이 예를 보면 선박에서 자율주행은 자동차보다 느리지만 더욱 어렵다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

그러나 육상과 항공에서의 자율주행은 해상에까지 전파되어 2019년 6월 IMO MSC 101차 회의에서 자율운항선박 (IMO MASS)의 법적인 장벽을 해결하고 2021년 5월 MSC 103차회의에서 Regulatory Scoping Exercise의 최종안을 의결함으로서 MASS의 용어, 원격제어관제소의 요건, 수동운항관련 안전 조약, MASS code 등이 마무리되었다.

해양 선진국의 자율운항선박 계획을 보면 2020년까지 감소된 선원과 원격지원으로 지역 해역을 운항하고 2025년에는 원격제어 무인 연안 항해선박을 운행하는 것으로 계획되어 있다. 2030년에는 원격제어 무인선박이 원양항해를



[그림 1] 20,000 TEU급 컨테이너선의 회주

하고, 2035년에는 완전한 자율운항선박이 원양 항해를 한다는 계획이다.

한편 최근 지구촌 여러 지역에서 기후변화에 의한 자연 재해로 많은 피해가 보도되면서 기후 환경에 대한 규제는 더욱 심각해져 가고 있다.

2030까지 모든 선박으로부터 탄소배출을 2008년 대비 40%까지 감소하기 위하여 기존 선박에 에너지 효율을 실시간으로 표시하는 시스템 EEXI(Energy Efficiency Design Index for existing ships)와 선박탄소집약도지수(CII, Carbone Intensity Indicator)의 설치가 2023년 1월부터 의무화된다. 실시간으로 연소결과물을 표시하는 시스템을 설치하여야 하는 것이다. <표 1>은 IMO의 환경규제를 나타낸다.

선주의 관점에서 보면 IMO의 환경규제와 경제운항이라는 두 마리 토끼를 동시에 잡을 수 있는 방안은 ICT를 적용하여 IMO 환경 규제를 만족하면서 육상의 변화하는 상황을 고려하고 선박이 경제적으로 운항할 수 있도록 지원하는 스마트선박, 더 나아가 선박운용 형태에 따라 운항비용을 최저로 하기 위한 자율운항선박이다. 이러한 논의는 스마트 모빌리티로 가는 길목임이 틀림없다.

스마트 모빌리티는 다양한 정의를 가지고 있다. 2015년 지멘스의 정의를 보면 스마트 모빌리티는 '고도의 유연성과 편의성을 가진 멀티모달 시

스템'으로, '좀 더 유연한 멀티모달 운송시스템으로의 패라다임 쉬프트이다'라고 정의하고 있다. 2016년 EU는 스마트 모빌리티 시스템과 서비스는 운송 분야에 필요한 탈탄소에 공헌하기 위한 약속이며, 지속적인 혼잡성과 접근성 문제를 해결하는 데 도움이 되는 것으로 정의하고 있다.

스마트 모빌리티를 정의하기 위해 빅데이터 분석기법으로 텍스트 마이닝을 활용하여 단어별 빈도를 분석하면 약 40종의 스마트 모빌리티 핵심단어를 선정할 수 있다. 이를 살펴보면 기존의 교통체계보다 진일보된 시스템을 의미하는 Advanced와 Promising, 정보기술을 의미하는 data와 ICT, 자동화를 의미하는 Automated, Autonomous, 공유를 의미하는 Share 등이 언급된다. 스마트자율운항선박은 해상물류, 해상교통시스템에서 스마트 모빌리티의 정의와 부합되는 것을 알 수 있다.

2. 스마트자율운항선박의 시장

시장조사기관마켓스앤마켓스에 따르면 세계 자율운항선박 시장규모는 2019년 71억 달러로 추산되며, 2030년에는 143억 달러로 2배가량 성장할 전망이다. 또한 기술과 시장 이외의 규제, 법률, 보험 등 비기술적 문제들이 해결되어야 하기 때문에 자율운항선박 시장이 단기간에 급성장하기는 어려울 것으로 전망하고 있다. 이러한

<표 1> IMO 환경규제 시행 계획

규제물질		'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23~
NOx (질소산화물)	NECA	Tier 2			Tier 3							
	전세계	Tier 2										
SOx (황화물)	SECA	1.0%		0.1%								
	전세계	3.5%							0.5%			
CO2 (이산화탄소)	EEDI 도입	EEDI 1단계						EEDI 2단계				
											EEXI, CII시행	

여건들로 자율운항수준은 2030년까지는 선원이 승선하면서 자율운항기능이 선원을 지원하는 운항형태인 IMO 자율운항 레벨 1에 머무를 것으로 전망하고 있다.

그러나 IMO에서는 2019년 6월 MSC 101차 회의에서 자율운항선박도입을 위한 법적문제 해결을 시도하고 선상과 원격제어 운용자의 자격과 위험분석을 시작했고, 2021년 5월 MSC 103차 회의에서 이를 종결함에 따라 자율운항선박 도입이 촉진될 가능성도 있다는 관측을 낳고 있다.

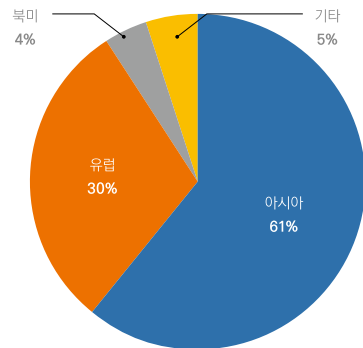
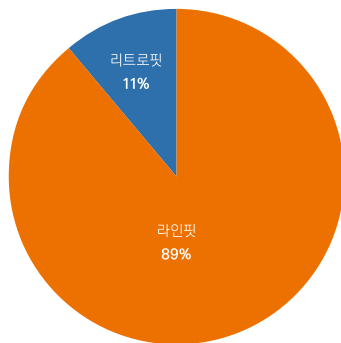
[그림 2]와 [그림3]은 상위 10대 업체를 대상으로 국가별 조선 산업의 스마트화 관련 특허 출

원/등록 건수이다. 특허 출원/등록 건수를 보면 한국, 일본 유럽이 기술을 주도하고 있으며, 특히 우리나라가 조선 제일 국가라는 명성에 걸맞게 두드러져 있음을 알 수 있다.

3. 스마트자율운항선박 기술

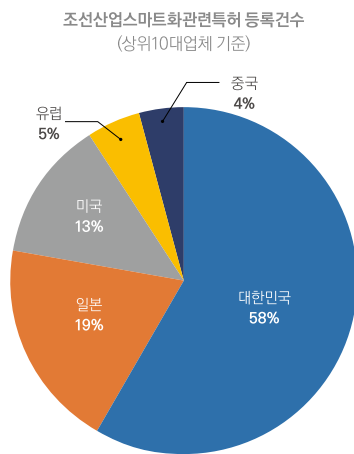
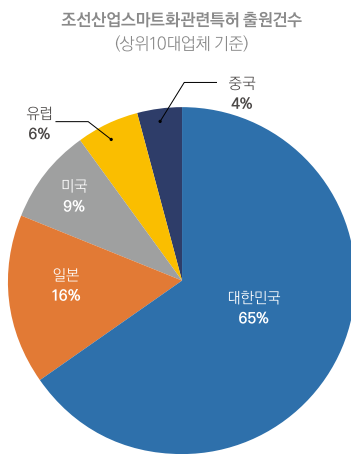
스마트자율운항선박의 기술은 앞절의 특허 출원/등록건수에서 나타난 바와 같이 우리나라 대형조선 3사가 주도하고 있으며, 조선3사는 각각 스마트쉽 솔루션을 개발하고 있다.

2017년 현대중공업은 통합스마트쉽솔루션을 출



※ 출처: 마켓스앤마켓스, IITP재인용

[그림2] 2030년 자율운항선박 시장의 유형별, 지역별 비중



※ 출처: 특허청, IITP재인용

[그림3] 조선산업 스마트화 관련 특허 출원/등록 건수

시하고 항해지원시스템(HiNAS), 이접안지원시스템(HiBAS), 선박운전최적화시스템 등을 개발 완료하였다. 대우조선해양은 스마트쉽솔루션 DS4를 개발하고 국적선사 HMM에 인도한 컨테이너 선박에 탑재하였고, 삼성중공업은 2022년 원격자율운항시스템(SAS) 상용화를 목표하고 있다.

우리나라 조선3사의 스마트자율운항선박 기술개발 현황은 <표 2>에 나타내었다.

[그림4]는 스마트자율운항선박의 기술을 분류하여 보여준다.

스마트자율운항선박은 △안전운항기술 △그린-에코선박기술, 안전운항과 그린-에코 기술 구

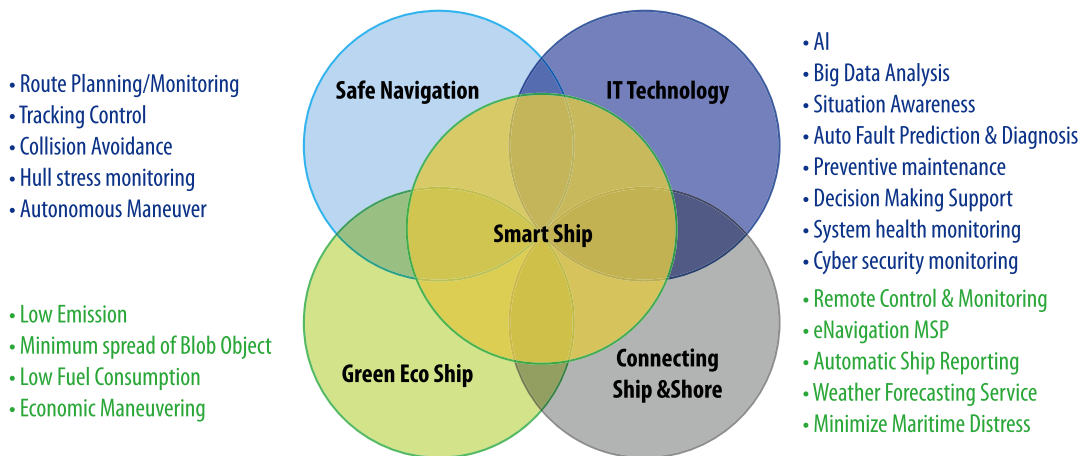
현을 위한 △IT, 육상 e-내비게이션 서비스, 기상 정보 등을 지원받기 위한 △선박과 육상 간의 통신에 의한 연결기술 등으로 나눌 수 있다. 각 기술 범주에 포함되는 세부기술은 IT와 통신기술을 기반으로 선박이라는 특수 도메인 지식과 융합되어 구현된다.

특히 대형선박이 소수의 선원으로 운용됨에 따라 선원이 이동하면서 선박운항정보에 접속하여 운항 편의성과 안전 향해를 지원하는 서비스가 제공되고 있다. 선장과 기관장 등을 대상으로 제한적으로 사용되기는 하지만 선박 운항 중 선박 내에서 이동통신 단말기를 이용하여 서버에

<표 2> 국내 대형조선 3사의 스마트 자율운항선박 기술개발 현황

조선사명	개발 현황
현대중공업	- Smart Ship 1.0: 원격모니터링이 주요기능 (2011년) - Smart Ship 2.0: 경제운항, 안전운항, 연료효율성에 중점(2017년) - Smart Ship 3.0: 무인자율운항선박 개발 중
대우조선해양	- 국적선사 HMM과 스마트쉽 공동연구개발, 독자개발 스마트쉽솔루션 DS4를 HMM 24,000TEU급 컨테이너선박에 탑재 - 업계 최초로 영국 로이드선급으로부터 스마트쉽 사이버 보안솔루션 인증 상위등급(AL3)획득
삼성중공업	- 원격자율운항시스템(SAS)개발 및 2022년 사용화 추진 3.3미터 크기 원격자율운항 모형선 EasyGo해상실증(2019년) - 업계 최초 300톤급 예인선박 SAMSUNG T-8호 자율운항 성공(2020년) - 국내 최초 9,200톤급 대형선박의 원격자율운항 기술 실증 추진(2021년 8월 이후 예정)

※ 출처: 정보통신기획평가원, IITP재인용



※ 출처: ISO TC8 WG10 2차회의

[그림 4] 스마트자율운항선박 기술 분류

접속하여 선박의 위치와 레이더, ECDIS, AIS 등 선박 항해환경과 기관 운용상황을 모니터링하거나 정박 중 기계정비 작업시 서버에 접속하여 정비관련 매뉴얼 열람 및 정비이력, 사고사례, 기부속 검색 등 정비작업을 지원한다.

최근 IMO의 환경규제, EEXI, CII 강제이행 등으로 화석연료에서 탈피하기 위해 암모니아, 메탄, 수소 등 새로운 연료, 전기추진 등 다양한 방법이 강구되고 있다. 이러한 특수연료 또는 특수 추진방법을 사용하는 선박은 대량의 추가 센서를 활용한 상세하고 다양한 상태 모니터 및 제어가 필요하므로 IoT 센서 네트워크를 비롯한 보다 많은 종류의 선박네트워크 기술 활용이 필요할 것이다.

최근 스마트선박은 선내 이미지데이터, 항해환경인식을 위한 CCTV, 레이더, ECDIS, VDR 등의 스트리밍 데이터, 사이버보안을 위한 보안네트워크의 운용 등 기존 선박네트워크와는 달리 많은 기술적 도전을 받고 있다.

4. 스마트자율운항선박 적용사례

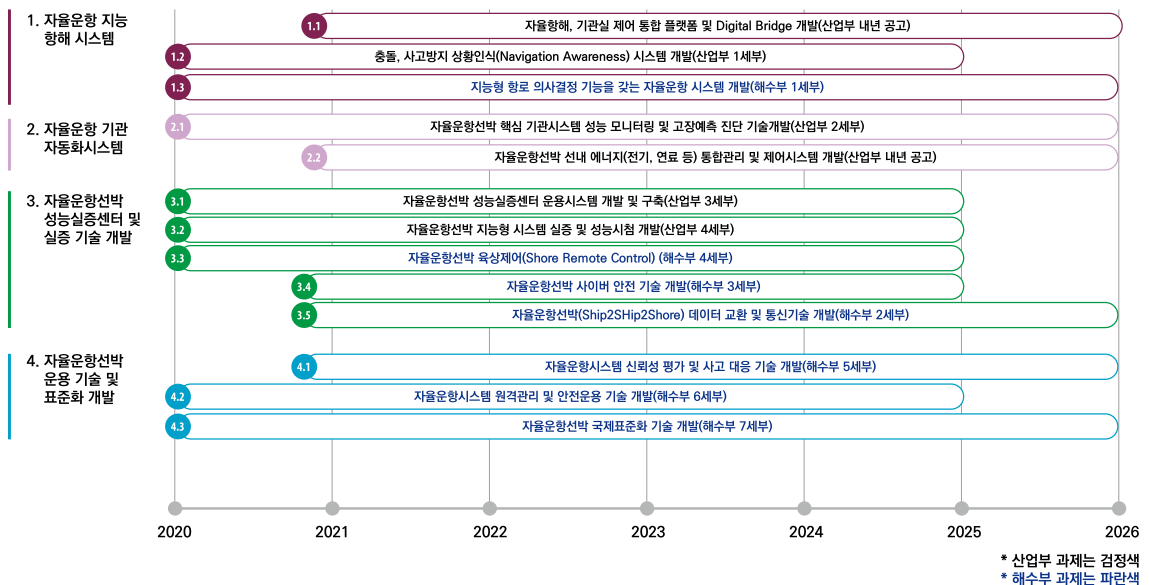
4.1 우리나라 자율운항선박기술개발 사업

우리나라는 2020년부터 2025년까지 6년간 자율운항선박 핵심기술을 개발한다. 6년간의 기술개발 기간 중 1~4년까지는 기술개발을, 5~6년은 운용을 통한 실증을 수행한다.

전체 기술세부과제는 4개로 나뉜다. 제 1세부는 자율운항 지능항해시스템 개발, 제 2세부는 자율운항 기관자동화 시스템 개발, 제 3세부는 자율운항선박 성능실증센터 및 실증기술 개발, 제4세부는 자율운항선박 운용기술 및 표준화 개발 과제를 수행한다. [그림 5]는 자율운항선박 기술개발사업의 개요로서 산업통상부와 해양수산부가 합동으로 과제를 기획하고 수행한다.

4.2 일본 SSAP4 (Smart Ship Application Platform Project)

일본은 국내 조선사와 해운사, 선급, 기자재 업



※ 출처: 1차년도 통합착수회의, 2020년 6월 17일

[그림 5] 자율운항선박 기술개발사업 개요

계, 대학 및 연구기관이 참여하여 스마트선박 시스템의 기본이 되는 플랫폼을 개발할 목적으로 다단계 프로젝트를 수행하여 2025년까지 약 250척의 스마트자율운항선박을 운항할 예정이다.

- SSAP 1단계: 2012년 12월~2015년 3월 기간 동안 27개 기관이 참여하여 선상데이터서버의 사양설계, 선상데이터서버의 구축과 내항선 2척에 대한 장착시험, 선박-육상간 기기의 IoT 활용을 위한 개방형 플랫폼설계, 개발플랫폼의 국제표준 제안(ISO)
- SSAP 2단계: 2015년 8월~2017년 10월 기간 동안 34개 기관이 참여하여 SSAP 개념의 홍보 및 전파, 국제표준화 추진, 시스템개발과 시험
- SSAP 3단계: 2018년 10월~2020년 9월 기간 동안 선박-육상간 데이터 통신 국제표준, 선박데이터서버 국제표준, 데이터모델과 포맷 국제표준, 선박 내 장비네트워크 국제표준 개정 등 프로젝트 성과의 국제표준 주도

- SSAP 4단계는 59개 기관이 참여하여 진행 중이다

[그림 6]은 SSAP에서 선박과 육상 간 데이터 흐름을 표시한다. 이에 맞춰 PP와 Ship data center에 대한 국제표준 ISO 19847, 19848 제정되었다.

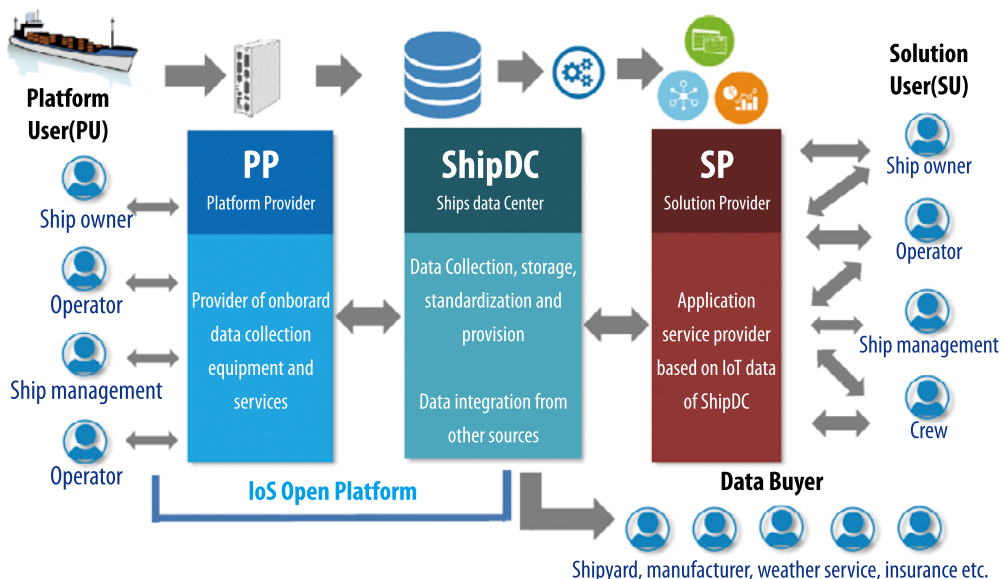
5. 결론

스마트자율운항선박 관련 특허 출원/등록 건에서 알 수 있듯 세계에서 선박 건조를 가장 많이 하고 있는 한중일 3국에서 조선경쟁력을 높이고 미래 선박건조 시장우위를 차지하기 위하여 스마트자율운항선박에 관한 연구개발이 많이 이루어지고 있다. 그러나 근대 선박건조산업이 시작된 유럽에서 선박 핵심 기자재 시장을 장

Internet of Ships Open Platform (IoS-OP) - Data Sharing Ecosystem

- Stakeholder's role
- Data ownership rule
- Transparent and fair data sharing rule

Accelerate data driven innovation



[그림 6] 일본 SSAP 프로젝트에서 개발한 선박과 육상 간 정보흐름

악하고 있으며, 비록 이 지역에서 선박건조는 하고 있지 않다고 하지만 스마트자율운항선박에 설치되는 핵심 기자재의 대부분은 이 지역의 제조자가 공급하고 있다. 스마트자율운항선박은 선박 자체가 아니라 선박에 탑재되는 기자재의 기능이 핵심이므로 우리나라가 스마트자율운항선박 건조시장 경쟁력 우위를 지키려면 스마트자율운항선박에 탑재되는 기자재 및 소프트웨어 시장을 점유해야 한다.

과거 선박건조 시장을 독점한 경력이 있는 일본은 조선 호황기 시절 조선기자재 시장의 높은 점유율과 선주로부터 높은 지명도를 바탕으로

스마트자율운항선박을 기회로 세계 조선시장을 다시 일본으로 유치하기 위하여 야심찬 다단계 SSAP프로젝트를 수행하고 있다.

반면에 우리나라는 선박건조시장과 기계기자재 점유율은 세계 제일이나 스마트자율운항선박에 필요한 기자재는 세계시장에 진출하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 미래의 스마트자율운항선박 시대에 조선우위를 점유하기 위하여서는 스마트자율운항선박에 탑재되는 선박전자장비, 소프트웨어장비의 국제시장 진출과 선주의 지명도를 높이는 방향으로 방안을 입안하고 추진하여야 할 것이다. TTA

주요 용어 풀이

- **IMO** : International Maritime Organization
- **MASS** : Maritime Autonomous Surface Ship
- **MSC** : IMO Maritime Safety Committee
- **ECDIS** : Electronic Chart Display and Information System
- **VDR** : Voyage Data Recorder
- **NECA** : NOx Emission Control Area
- **SECA** : SOx Emission Control Area

참고문헌

- [1] <http://shipsbusiness.com/turning-circle.html>
- [2] <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/different-types-of-manoevres-of-a-vessel/>
- [3] <http://www.vliz.be/imisdocs/publications/45/313145.pdf>
- [4] 해양수산부 보도자료 2021.6.23. “앞으로는 운항중인 선박도 온실가스 감축해야”
- [5] 이슈분석 191호 국내외 자율운항선박 최근 동향과 시사점, IITP, 2021.06.08.
- [6] 김태형, 스마트 시티의 모빌리티 서비스 기술 및 연구동향, 융합연구리뷰 Vol 7, April, 2021
- [7] Yanqing Li, “Driving Forces for Maritime Industry Innovation Trends for Green Shipping and Smart Shipping Future International Standards, 2021 Online Seminar for Smart/Eco-Friendly ship related technology and International Standard, 2021 스마트/친환경선박 기술개발 및 국제표준화전략 세미나, KOMERI, 2021.0907~0908
- [8] Y.H.Yu, What is necessary for Smart shipping and Smart Ship, ISO TC8 WG10 Smart shipping 2nd meeting, Tokyo, Japan, 2018.04
- [9] 양중서, 2018 이슈스터디 중점보고서 스마트선박개발 현황과 과제, 한국수출입은행 해외경제연구소, Vol 2018-중점-03, 2018.12.31
- [10] Hideyuki Ando, Activities if Smart Ship Application Platform(SSAP) Project. 2021.9.7.~8 Seminar for smart/Eco Friendly ship related technology & International Standards, KOMERI