

차세대 해상무선통신 기술 및 표준화 동향

유진호 한국선급 e-Navigation TFT 연구원

김준태 한국선급 e-Navigation TFT 책임

박개명 한국선급 e-Navigation TFT 팀장



1. 머리말

국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)에서는 해양사고 저감과 첨단 ICT 기술을 선박과 해양에 적용하기 위해 GMDSS 현대화와 e-Navigation 도입을 단계적으로 시행할 예정이다. 우리나라 해양수산부는 IMO 해양안전 분야의 새로운 국제규제 도입에 선제적으로 대응하기 위해 2016년 7월부터 IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술개발 사업(이하 한국형 e-Navigation 사업)에 착수하여 3가지 핵심과제로 나누어 2020년까지 사업을 완료할 예정이다.

• 한국형 e-Navigation 사업 개요

- 핵심1과제: 한국형 e-navigation 서비스를 위한 핵심 기술 연구개발
- 핵심2과제: e-Navigation 운영시스템 및 해사 디지털 인프라 확충
- 핵심3과제: 국제표준 선도기술 연구개발

핵심3과제인 국제표준 선도기술 연구개발 과제는 차세대 해상무선통신의 후보기술로써, VDES(VHF

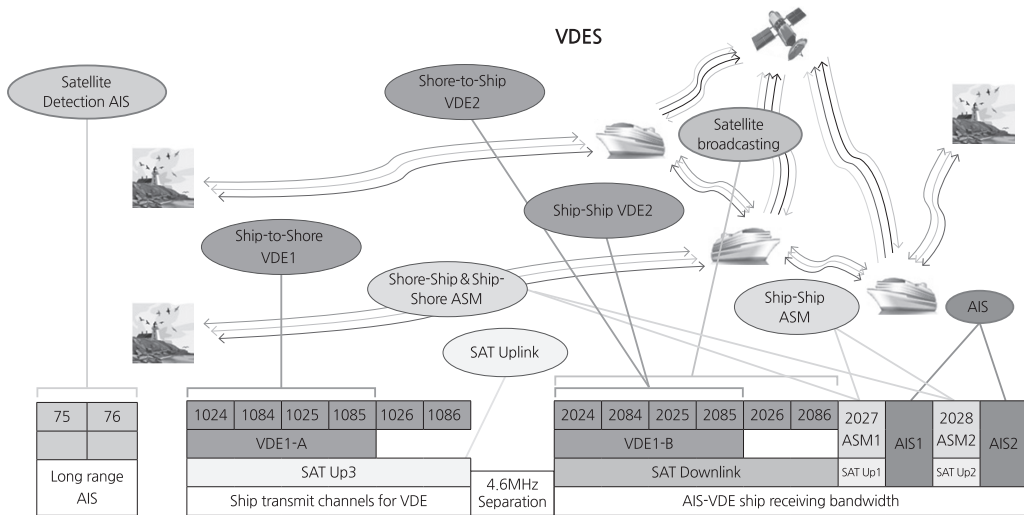
Data Exchange System)과 Digital HF 시제품 개발을 진행 중이며, IALA, ITU, IMO, 3GPP 등 국제표준화의 선제적 대응을 위한 연구를 수행 중에 있다. 본고에서는 IMO GMDSS 현대화와 e-Navigation의 후보기술인 VDES 통신기술에 대해 자세히 소개하도록 한다.

2. VDES 기술요약

VDES 통신시스템은 VHF 해사 주파수대역(156.025~162.025MHz)중 25kHz 대역폭/채널을 구성하여 지상통신(이하 VDE-TER)용으로 AIS(2개 채널), ASM(2개 채널), VDE1-A(4개 채널), VDE1-B(4개 채널)로 구성된다. VDE 채널은 필요에 따라 50kHz, 100kHz까지 대역을 확장할 수 있다.

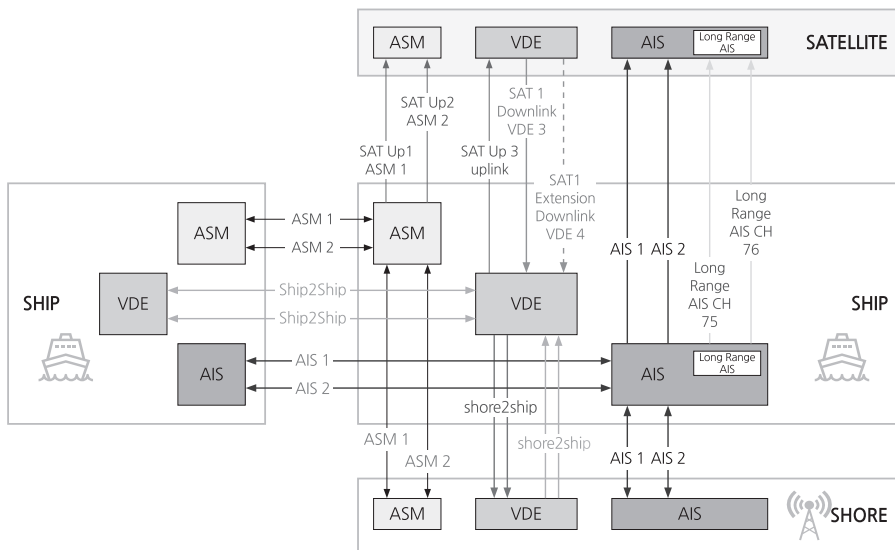
위성통신(이하 VDE-SAT)용은 LR_AIS(2개 채널), ASM-SAT_up(2개 채널), VDE-SAT_up(6개 채널), VDE-SAT_down-link(6개 채널)로 구성된다. 다만, WRC15에서 VDE-SAT 주파수에 대한 승인을 획득하지 못해서 WRC19에서 주파수가 결정될 것으로 예상된다.

VDES의 도입은 GMDSS의 현대화 및 e-Navigation



※ Note-SAT Up is receive-only by satellite.

[그림 1] VDES functions and frequency usage



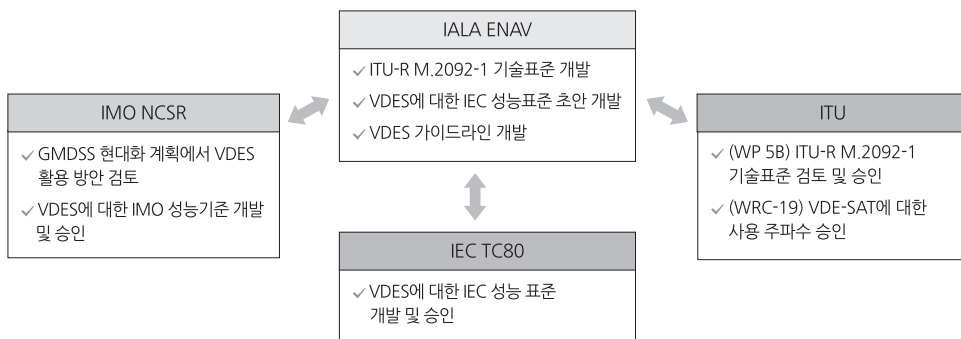
[그림 2] VDES functional scheme in engineering perspective

체계 구축을 위한 확장된 데이터 교환을 가능하게 하고, AIS의 VDL(VHF Data Link)의 과부하 문제를 해결하기 위해 제안되었다. 본고에서는 WRC-15를 통해 확정된 ITU-R M.2092-0 권고안의 물리계층 규격에 대한 분석을 통해 국제표준의 기술적인 동향을 파악하고자 한다.

VDES는 AIS의 위치보고 및 안전관련 정보 전송에 가장 높은 우선순위를 부여하며, ITU-R M.2092-0에 정의된 디지털 메시지 및 지정 호출을 수신하고 처리할 수 있어야 한다. VDES는 접속방식 및 데이터 전송방법으로 TDMA를 사용하고, ITU-R M.2092-0에 기술된 동작 특성 및 기술적 특성과 예

<표 1> VDES Modulation Coding Schemes

구분	AIS	ASM	VDE-TER			
규격	ITU-R M.1371-5	ITU-R M.2092-0	ITU-R M.2092-0			
대역폭	25kHz	25kHz	25kHz, 50kHz, 100kHz			
변조방식	GMSK	$\pi/4$ QPSK	$\pi/4$ QPSK, 8PSK, 16QAM			
통신속도	9.6kbps	19.2kbps	변조방식	25kHz	50kHz	100kHz
			$\pi/4$ QPSK (CR=1/2)	38.4	76.8	153.6
			8PSK (CR=3/4)	57.6	115.2	230.4
			16QAM (CR=3/4)	76.8	153.6	307.2
수신감도	-107dBm	-107dBm	$\pi/4$ QPSK	-110	-107	-104
			8PSK	-104	-101	-98
			16QAM	-102	-99	-96



[그림 3] VDES 개발 관련 국제기구별 역할

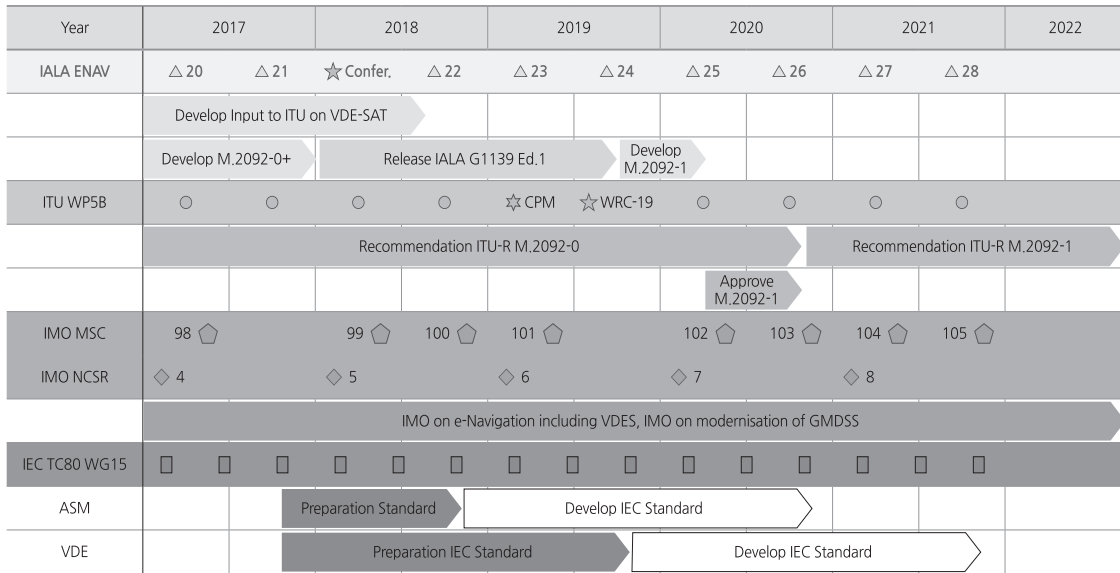
제에 따라 설계된다. [그림 2]는 시스템 설계 관점에서 VDES 기능 구성도를 나타낸 것이다. 과부하 상태인 AIS를 대신하여 ASM 채널을 활용할 수 있으며, VDE를 위해 할당된 채널을 사용하여 데이터를 전송한다.

VDES는 ITU-R M.1371에서 사용한 프레임 구조를 기반으로 오류정정 부호로 2개의 RSC 부호기로 구성된 Turbo code를 사용하며 32비트 ITU-T V.42 CRC를 사용한다. 또한 스펙트럼 효율 및 처리량을 극대화하기 위해 적응 변조 및 부호화를 사용하며 <표 1>은 AIS, ASM, VDE-TER의 변조 및 부호화 방

식과 원시 데이터율 및 수신 감도를 표로 정리한 것이다.

3. VDES 표준화 동향

VDES 통신시스템은 IALA(International Association of Lighthouse Authorities)에서 표준 개발을 주도하여 ITU에 제출하였으며, ITU에서는 2015년 VDES 권고 ITU-R M.2092-0를 발행하였다. 또한 ITU는 WRC-15에서 ASM과 VDE-TER 주파수 분배를 완료하였으나, VDE-SAT 주파수 분배를 결



[그림 4] IALA의 VDES 표준화 로드맵

정하지 못하였다. 이에 따라 ITU는 VDE-SAT의 주 파수 분배방안을 결정하기 위해 WRC-19의제 1.9.2로 채택하였다. [그림 3]은 VDES 관련 국제기구별 역할을 요약한 그림이며, 이 중 IALA의 최근동향을 추가적으로 살펴보고자 한다.

3.1 IALA의 동향

IALA는 현재 VDES 기술권고를 보완하기 위해 표준개정(안)을 개발 중에 있으며, 2017년 12월 IALA의 기술 가이드라인으로 IALA G.1139를 발행하였다. IALA G.1139는 2020년 ITU에 제출할 ITU-R M.2092-1의 초안의 중간버전으로써 VDES의 링크계층 이상의 기술규격을 보완하고 IEC(International Electrotechnical Commission)에서 개발 중인 VDES 시험표준과도 연계하여 개발을 진행 중이다. 다만 IALA G.1139에 따르면 주파수가 결정되지 않은 위성부문은 ITU의 WRC-19의 결정사항을 반영할 예정이지만 부득이하게 위성주파수가 분배되지 못한다면 ITU-R M.2092-1 초안에서

위성부문을 제외할 방침이다. 2018년 7월 중국 이우에서 개최된 IALA ENAV 통신작업반(WG3) 회기간 회의(Intersessional meeting) 결과보고서에 따르면 현재까지 IALA가 VDES 기술표준(안)을 2018년 말 IALA G.1139 Edition 2를 발행할 예정이라고 한다.

4. 연구개발 현황

한국형 e-Navigation 사업의 국제표준 선도기술 연구개발과제에서는 한국선급이 주관연구기관으로써 코메스타, 에이스안테나와 함께 VDES 시제품 개발 및 국제표준화 논의에 참여 중이다. 특히 IALA ENAV기술위원회의 VDES 표준화 논의에 참여하여 국내 VDES 시제품 개발과정에서 발견된 문제점과 VDES의 성능향상을 위해 기고서를 제출하는 등 꾸준한 표준화 활동을 이어오고 있다. 국내 VDES 개발팀은 IALA G.1139를 기반으로 2018년 말까지 개발을 완료하고, 2019년부터 실해역 시험을 실시할 예정이다. 유럽 주요 제조사와 우리나라 VDES 개발


<표 2> 해외 주요 VDES 개발기관과 국내 VDES 개발현황 비교

	콩스버그	SAAB	Stone Three + IMIS	한국형 e-Nav 사업 (VDES 개발팀)
개발 배경	<ul style="list-style-type: none"> • MEH Project(2006~2010) • SESAME Straits(다수 기관 참여) 	<ul style="list-style-type: none"> • VDES 프로토타입 개발 (2013~현재) 	<ul style="list-style-type: none"> • VDES 프로토타입 개발 (2014~현재) 	<ul style="list-style-type: none"> • 한국형 e-Nav 사업 (2016~2020) • M.2092 표준화 참여 (2016.7월~)
실해역 시험 시기	<ul style="list-style-type: none"> • Automatic Reporting 테스트베드 • 실해역 테스트 <ul style="list-style-type: none"> - 노르웨이: 2016.하반기 - 싱가포르: 2017.2월 	<ul style="list-style-type: none"> • 실험실 테스트: 2016.9월 • 실해역 테스트: 2017.9월 	<ul style="list-style-type: none"> • 실해역 테스트 <ul style="list-style-type: none"> - 호주 브리즈번: 2018.5월 	<ul style="list-style-type: none"> • 실험실 테스트: 2018.12월 • 실해역 테스트: 2019.12월
VDES 프로토타입 장비 사양	<ul style="list-style-type: none"> • VDES 해안기지국 및 선박국 • AIS+ASM+VDE • 송신전력(선박국): 2W • 변조방식: $\pi / 4$ QPSK 	<ul style="list-style-type: none"> • VDES 해안기지국 및 선박국 • AIS+ASM+VDE-TER (지상)+VDE-SAT(위성) • ASM: 28.8kbps • VDE-TER: 최대 307.2kbps • VDE-SAT: 240kbps • VDE 서비스 커버리지: 85km 	<ul style="list-style-type: none"> • VDES 선박국 • AIS+ASM+VDE-TER (지상)+GPS • CML사의 VDES 1000 칩셋 사용 • 송신출력: 최대 50W 	<ul style="list-style-type: none"> • VDES 해안기지국 • ASM+VDE-TER(지상) • 송신출력: 최대 50W • ASM: 28.8kbps • VDE-TER: 최대 307.2kbps • VDES 서비스 커버리지: 120km
VDES 개발 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 AIS 장비에 VDES의 일부 변조방식을 추가하여 구현함 	<ul style="list-style-type: none"> • ITU-R M.2092 기반 실해역 테스트 결과를 발표함 • 해안기지국, 선박국, 위성 	<ul style="list-style-type: none"> • ITU-R M.2092 기반 실해역 테스트 결과를 발표함 • 선박국에 한함 	<ul style="list-style-type: none"> • ITU-R M.2092-0 및 IALA G.1139 최신규격 기반으로 개발 중 • 해안기지국에 한함

현황을 <표 2>와 같이 분석하였다.

5. 맺음말

IMO에서 e-Navigation 전략의 이행을 지원하는 미래 해상 디지털통신의 핵심수단으로써 유럽, 중국, 일본 등 국제사회는 VDES 통신시스템의 도입을 위해 IMO, ITU, IALA 등에서 활발하게 움직이고 있다. 특히 중국은 2018년 7월, IALA ENAV Intersessional 회의를 개최함과 동시에 VDES 기술 세미나를 실시하였다. 중국은 대련해사대학과 사우스이스트대학 등 학계를 중심으로 VDES 해안국, 선박국 뿐만 아니라 VDES 위성개발을 진행하고 있음을 확인하였다. 우리나라도 한국형 e-Navigation 사업을 통해 VDES 통신시스템의 시제품 조기개발을 통해 원천기술 확보를 위한 노력을 하고 있으나, 해

양사고 저감과 육상과의 정보격차 해소를 위해 차세대 해상무선 통신기술에 대한 연구를 더욱 활성화시켜야 할 필요가 있다. 

※ 본 연구는 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원과 한국형 e-Navigation 사업단의 지원을 받아 수행된 'IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술개발' 연구결과 중 일부이다.

[참고문헌]

- [1] ITU-R M.2092-0, 'Technical characteristics for a VHF data exchange system in the VHF maritime mobile band', 2015.
- [2] IALA G.1139 Ed. 1, 'The technical specification of VDES', 2017.12.