

ICT 표준화전략맵 Ver.2021 미래통신·전파 분야 수중 통신

2019. 8. 19

신수영 (sy-shin@kookmin.ac.kr)

국민대학교 특수통신연구센터

Contents

- Underwater Acoustic Communication Technology
- Underwater New Communication Technologies
- Application Domain
- Market trends
- Standard trends
- ICT 표준화 전략맵

Water in the earth (1)



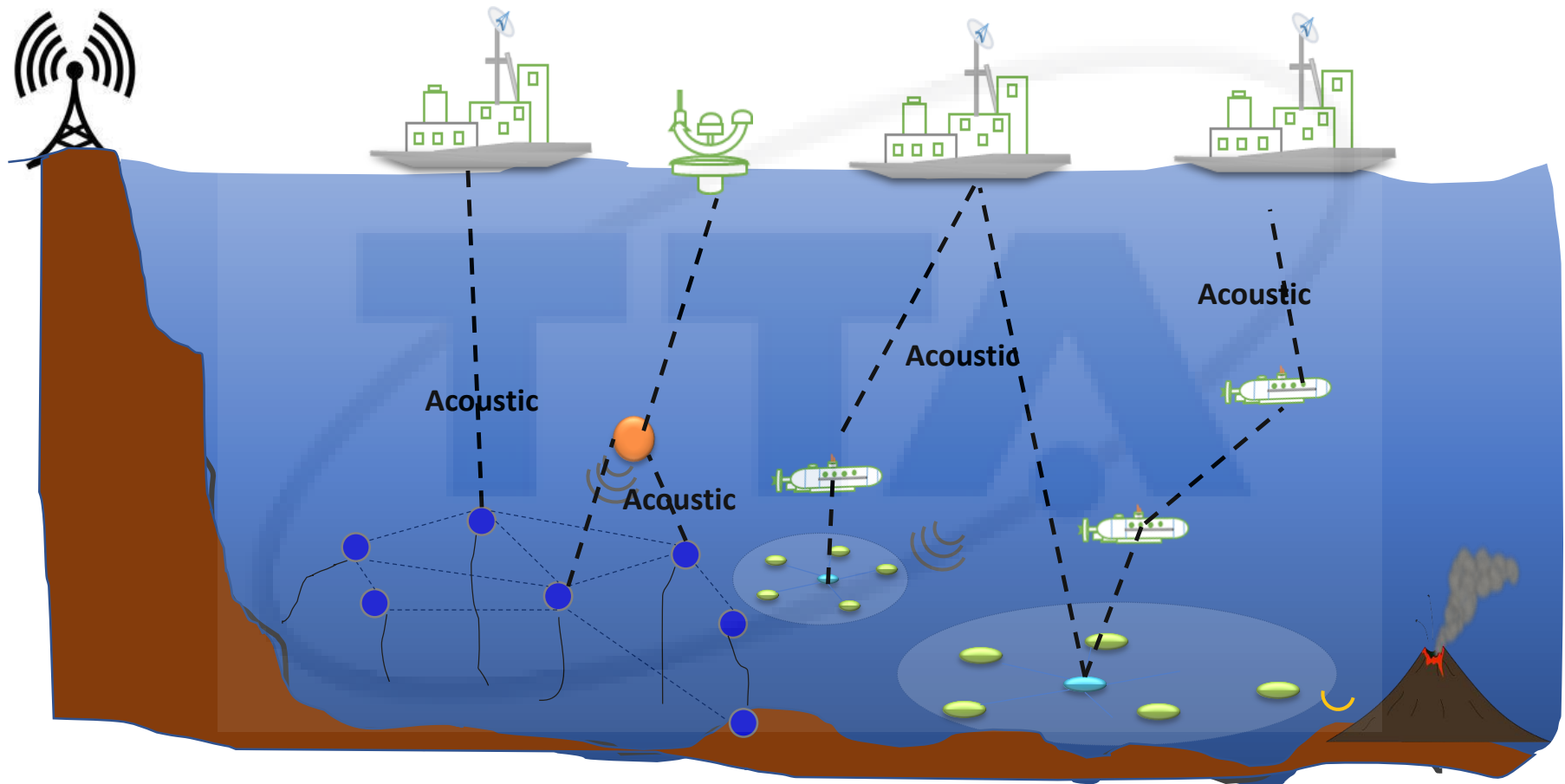
71 %
of the Earth
surface is
water

Why new technologies needed in underwater? (1)

□ The need for a new trend and possible technologies

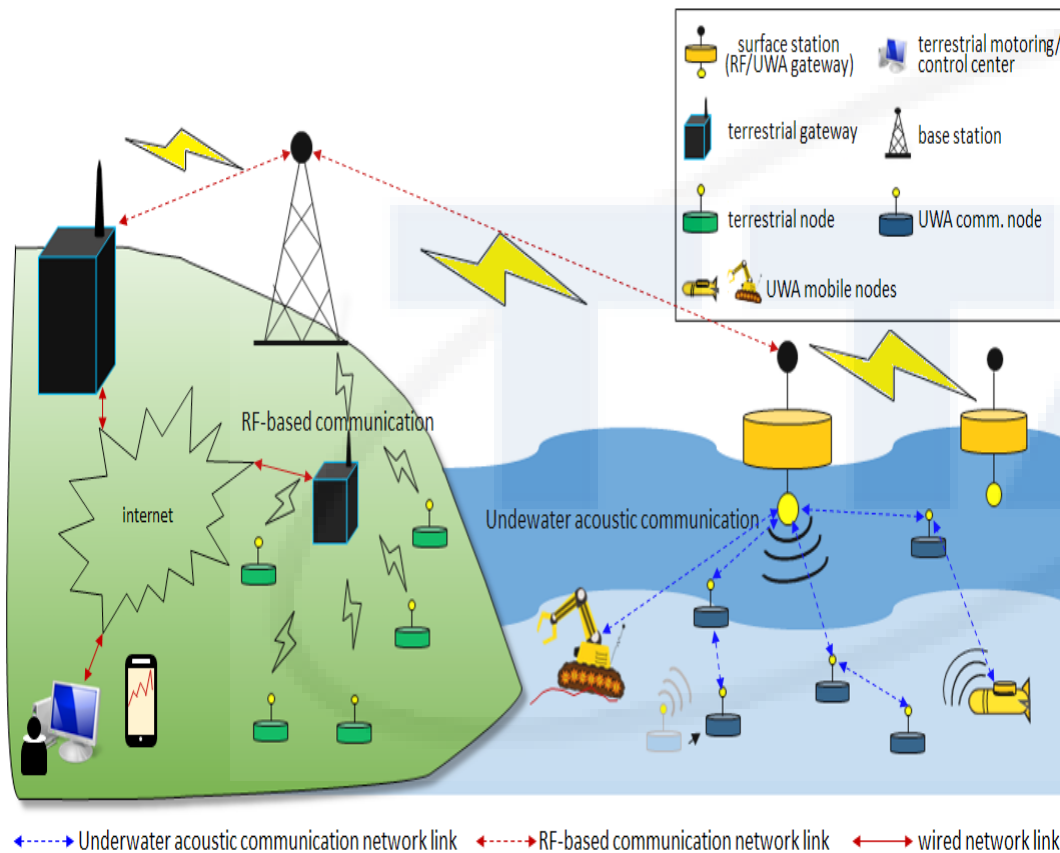
- **Underwater Communication should overcome the limitation of existing Acoustic Communication-led technology.**
 - High transmission delay
 - Low bandwidth
 - Noise susceptible
 - Influence of medium
- **New candidate technologies for underwater communication**
 - Optical
 - Low Frequency (LF)
 - Magnetic Field Area Network (MFAN), Magnetic Induction (MI)
 - Infrared (IR)

Why new technologies needed in underwater? (2)



- Current : Based on acoustic communication

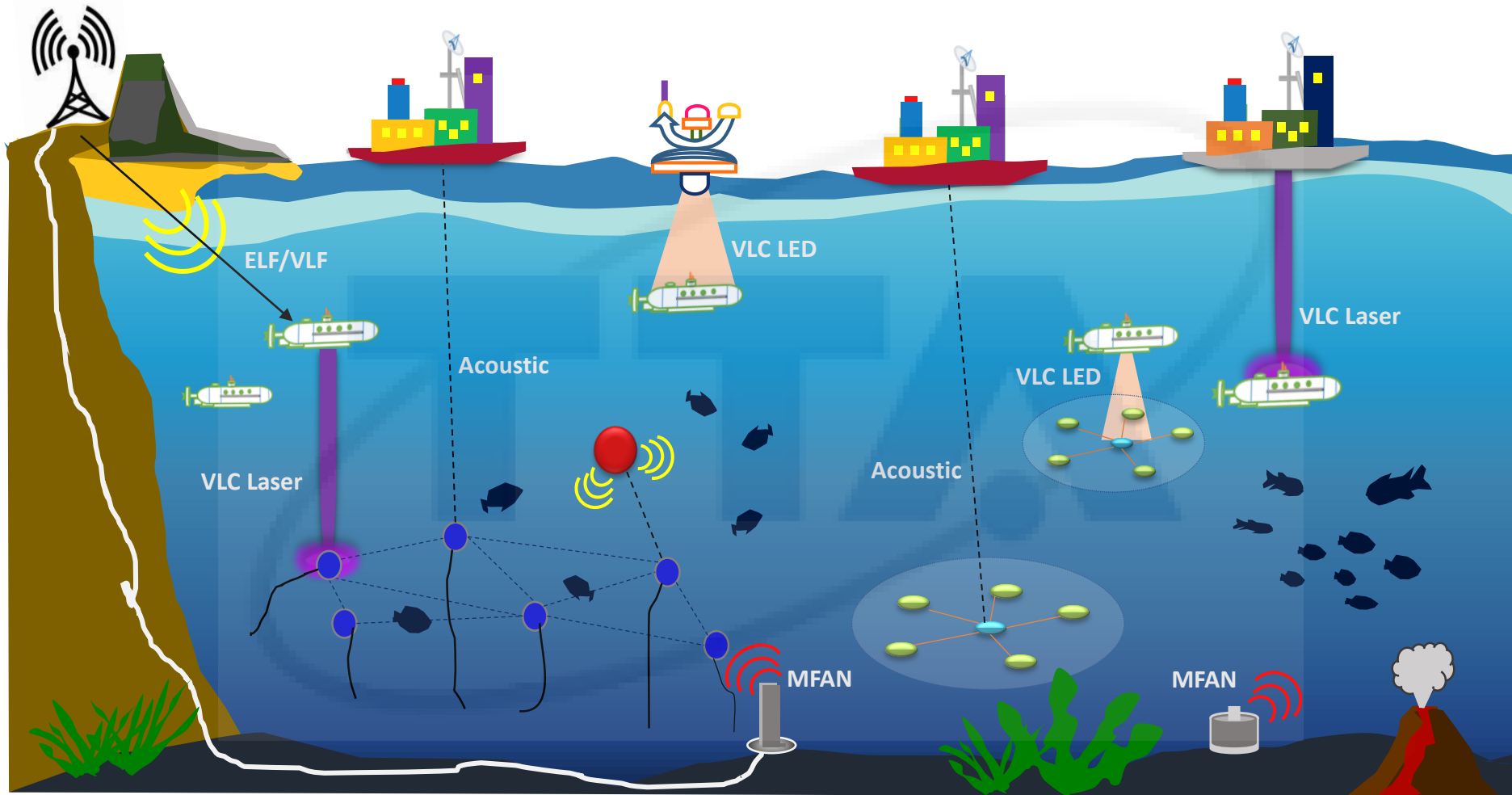
Why new technologies needed in underwater? (3)



■ Acoustic

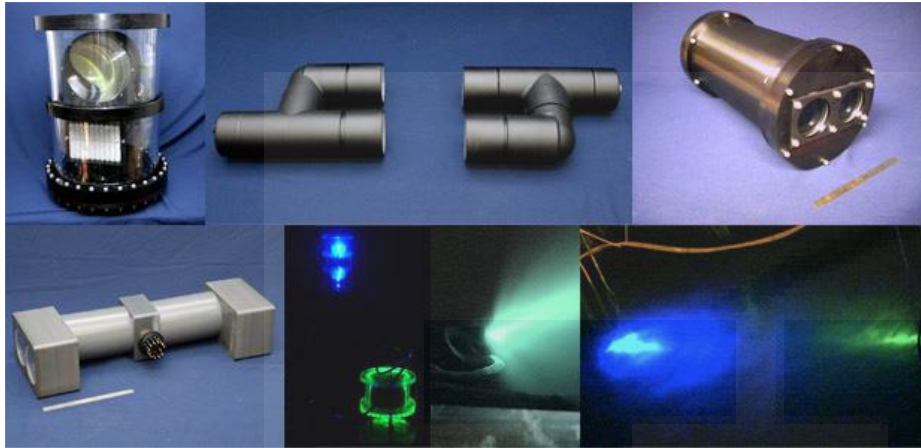
- Using underwater sound wave
- Transmission speed : about 1.5 Km/sec
- Limitations : multipath, low LQI
- Available frequency : 10 Hz ~ 1 MHz

Underwater communication technologies (1)



- Future : VLC, MFAN, LF, Acoustic and IR

Underwater communication technologies (2)



▪ Visible Light Communication(VLC)

- 450 nm to 550 nm wavelength (blue-green spectrum)
- Communication distance : up to 100m
- 500 Mbps high-speed communication is possible at 1.5m near
- Line-of-sight
- Optimized for 1 : 1 communication

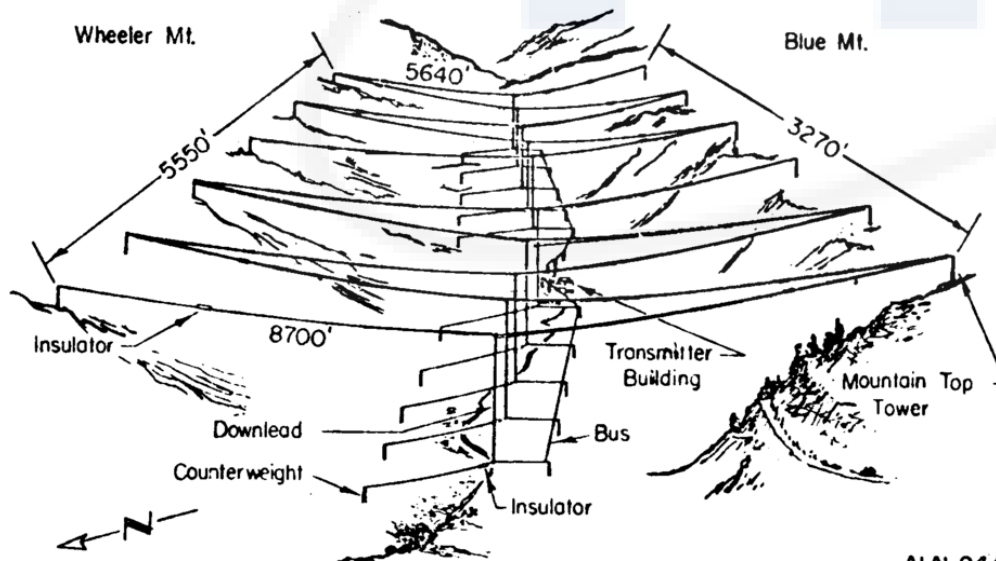


Underwater communication technologies (3)



■ ELF/VLF Communication

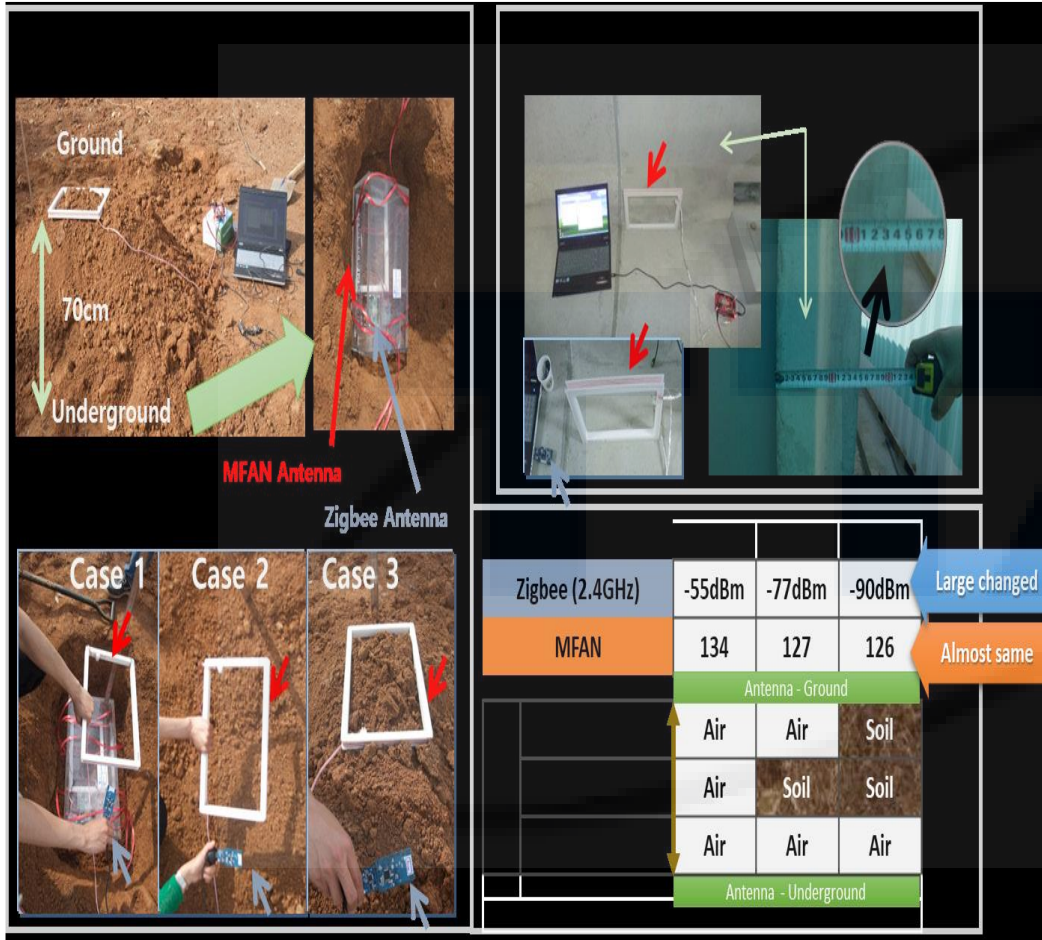
- Over long distances
- Pass through the seawater to depths of up to several hundred meters
- Submarine communication in the water
- ELF wave : a very low attenuation of 1 to 2 dB per 1000 km, providing the possibility of global communication with one transmitter
- VLF waves : delivered from 5,000 to 20,000 km with a small attenuation of 2 to 3 dB



AI AI 044

- <https://defence.pk/pdf/threads/navy-gets-new-facility-to-communicate-with-nuclear-submarines-prowling-underwater.326814/>
 - http://www.navy-radio.com/manuals/0101-1xx/0101_113-03.pdf

Underwater communication technologies (4)



MFAN

- Magnetic Field Area Network : 30~300kHz
- Communicating possible through underwater, underground, air and metal

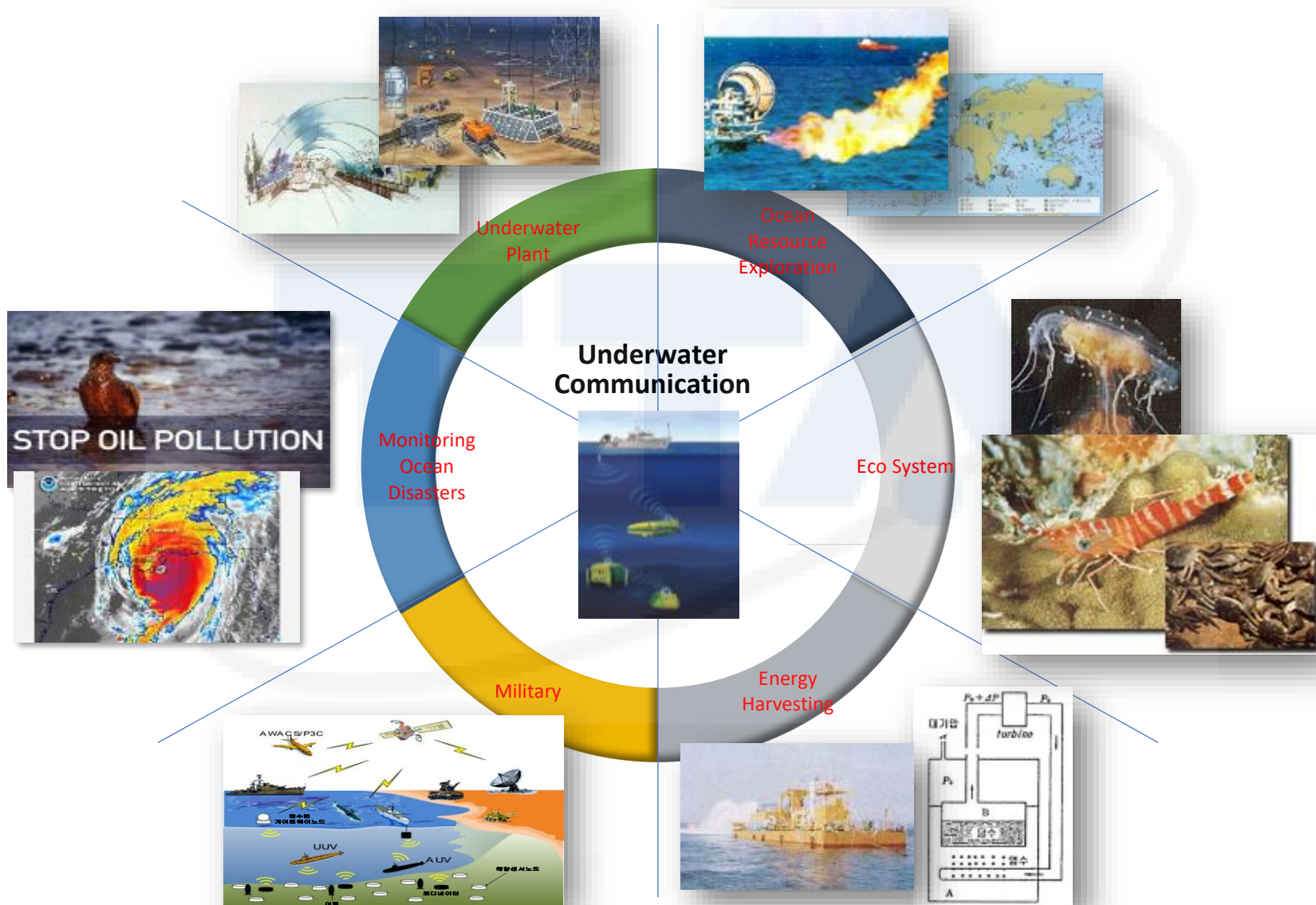
What are different between them ?

	Acoustic	Optical	Magnetic	Low Frequency
Bandwidth	1000 Km < 1 kHz 1 ~ 10 km \approx 10 kHz	10 ~ 150 MHz	30 ~ 300kHz	3 ~ 30kHz
Attenuation	Distance and frequency dependent (0.1-4 dB/km)	0.39 dB/m (ocean) 11 dB/m (turbid)	-	-
Latency	High	Very low	Very low	Very low
Propagation delay	\approx 1,500 m/s	\approx km 225,500 m/s	-	up to 300,000 km/s
Transmission power	tens of Watts (typical value)	few Watts	-	-
Line-of-sight	-	Line-of-sight	-	-
Performance parameters	Temperature, salinity and pressure	Absorption, scattering/turbidity, organic matters	-	-
Data rate	~ kbps	~ Gbps	~ kbps	~ hundreds bps
Communication Distance	up to Kms	\approx 10~100 meters	\approx 10 meters	up to hundreds Kms

Source :

- Hyun-Joong Son, Jin-Il Kang, Thieu Quang Minh Nhat, Seo Kang Kim and Hyeung-Sik Choi, Study on Underwater Optical Communication System for Video Transmission, Journal of Ocean Engineering and Technology 32(2), 143-150 April, 2018, <https://doi.org/10.26748/KSOE.2018.4.32.2.143>
- Farr, N., Chave, A., Freitag, L., Preisig, J., White, S., Yoerger, D., Titterton, P., 2005. Optical Modem Technology for Seafloor Observatories. In OCEANS 2005, - Proceedings of MTS/IEEE, 928-934.
- Farr, N.E., Ware, J.D., Pontbriand, C.T., Tivey, M.A., 2013. Demonstration of Wireless Data Harvesting from a Subsea Node using a "Ship of Opportunity". In Oceans-San Diego 2013, IEEE, 1-5.
- Kaushal, H., Kaddoum, G., 2016. Underwater Optical Wireless Communication. IEEE Access, 4, 1518-1547.
- Pontbriand, C., Farr, N., Ware, J., Preisig, J., Popenoe, H., 2008. Diffuse High-bandwidth Optical Communications. In OCEANS 2008, IEEE, 1-4.
- Pontbriand, C., Farr, N., Hansen, J., Kinsey, J.C., Pelletier, L.P.,
- Ware, J., Fourie, D., 2015. Wireless Data Harvesting using the AUV Sentry and WHOI Optical Modem. In OCEANS'15 MTS/IEEE Washington, IEEE, 1-4.
- Simpson, J.A., Hughes, B. L., Muth, J.F., 2012. Smart Transmitters and Receivers for Underwater Free-space Optical Communication. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 30(5), 964-974.

Application Domain



Market Trends

❑ The underwater wireless communication market

- Is \$1,544.5 million in 2016
- Is expected to reach \$4,276.4 million by 2022, growing at a CAGR of 18.5% during the forecast period 2016–2022.

UNDERWATER WIRELESS COMMUNICATION MARKET REVENUE, 2016-2022 (\$MILLION)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Market size	1,544.5	1,174.3	1,946.5	2,257.8	2,704.2	3,348.5	4,276.4

UNDERWATER ACOUSTIC MODEM MARKET REVENUE, 2016-2022 (\$MILLION)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Market size	260.7	295.2	342.0	403.2	491.6	618.5	802.3

수중통신 국제 표준화

□ 국제 표준화 성과 (2020.08.19. 기준)



1. 발간완료(6건)

- **ISO/IEC 30140-1** Information technology – Underwater acoustic sensor network (UWASN) – Part 1: Overview and requirements
- **ISO/IEC 30140-2** Information technology – Underwater acoustic sensor network (UWASN) – Part 2: Reference architecture
- **ISO/IEC 30140-3** Information technology – Underwater acoustic sensor network (UWASN) – Part 3: Entities and Interface
- **ISO/IEC 30140-4** Information technology – Underwater acoustic sensor network (UWASN) – Part 4: Interoperability
- **ISO/IEC 301402** Information technology – Underwater acoustic sensor network (UWASN) – Network Management System overview and requirements
- **ISO/IEC 301402** Information technology – Underwater acoustic sensor network (UWASN) – Application Profiles

2. 진행중(3건)

- **(DTR-WD)** ISO/IEC Underwater Communication Technologies for IoT
- **(WD)** ISO/IEC Base-station based Underwater Wireless Acoustic Network (B-UWAN)
- **(NWIP)** ISO/IEC Underwater Management Information Base

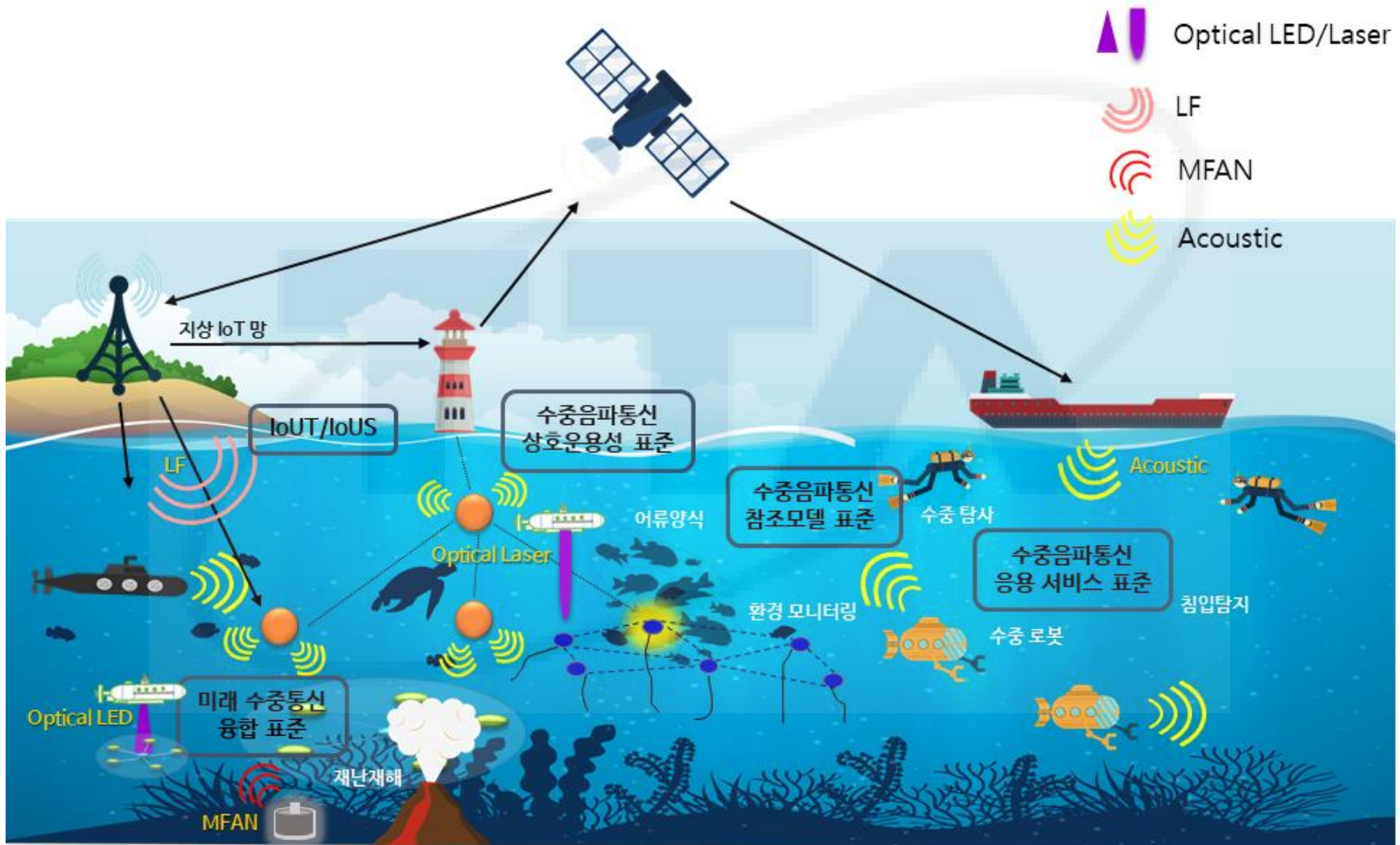
ISO/IEC JTC 1SC 41 N0007	ISO/IEC JTC 1SC 41 N0008	ISO/IEC JTC 1SC 41 N0009
ISO/IEC JTC 1SC 41 Internet of Things and related technologies International N0007 Series, Regularity 01	ISO/IEC JTC 1SC 41 Internet of Things and related technologies International N0008 Series, Regularity 01	ISO/IEC JTC 1SC 41 Internet of Things and related technologies International N0009 Series, Regularity 01
Document type: Summary of study/State of studies Title: Study result on ISO/IEC JTC 1SC 41 N0007 Status: For your information Date of document: 2019-03-17 Source: SC 41 Committee Manager Expected action: FI Action due date: No. of pages: 9 Email of Committee Manager: sc41@iso.org	Document type: Summary of study/State of studies Title: Study result on ISO/IEC JTC 1SC 41 N0008 Status: For your information Date of document: 2019-03-17 Source: SC 41 Committee Manager Expected action: FI Action due date: No. of pages: 7 Email of Committee Manager: sc41@iso.org	Document type: National Body Contribution Title: NB of Korea contribution to ISO/IEC JTC 1SC 41 N0009 on Underwater Communication Technologies for IoT Status: For review and consideration at the SC 41 JTC 1SC 41 meetings in 2019 Date of document: 2019-04-10 Source: National Body of Korea Expected action: FI Action due date: No. of pages: 15 Email of secretary: sc41@iso.org

미래 수중통신 국제 표준화

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2020년 11월 제1회 인천국제해양포럼 개최 예정 ○ 국민대학교 특수통신융합서비스연구센터 주관 '스마트해양 세션'
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가발전 및 개혁위원회 국가해양국은 "전국 해양경제발전 13.5 계획" 발표 ○ 4가지 성장이념을 통해 해양경제성장 촉진계획 제시 ○ 21세기 해상실크로드 구상, 시진핑의 대외프로젝트 '해양 일대일로(一帶一路)' ○ 핀란드에서 개최된 6G Wireless Summit 2019에서 중국의 산업 방안 소개
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양의 98%를 탐사할 수 있는 기술 보유, 해양연구에서 세계 최고로 인정받고 있음 ○ 일본 해양연구개발기구 JAMSTEC*에서 다양한 연구가 지속적으로 수행 <p>* JAMSTEC: Japan Marine Science and Technology Center</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한·중·일, 6G 표준화 협력 착수(2020.5.21. 보도자료) ○ 6G를 위한 미래 IMT 특별반(이하 Future IMT SIG*)을 설립 <p>* Future IMT SIG (Special Interest Group): 미래 기술 트렌드(동향) 보고서 및 6G 비전 등 표준화 작업 그룹</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ○ EU가 개발한 수중통신표준인 'JANUS*'를 중심으로 표준화 활동 하고 있음 <p>* NATO Standardization Agreement (STANAG)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 독자적 수중통신 국제 표준화기구 설립 계획 착수 ○ 해군 SEAL(특수전부대)팀을 위한 수중통신 기술 연구 ○ 2016~2022년 동안 수중무선통신 시장의 연평균 성장률이 18.5%*에 달할 것으로 추정 <p>* 2017년 HTF Market Intelligence Consulting사 발간한 시장보고서</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해저 생산 시스템의 ROV 인터페이스 요건과 지침에 관한 국제표준 발간(ISO 13628:2002) ○ 잠수정 개발, 핵탄두가 장착된 수중드론 '포세이돈'을 2027년에 실전배치 예정
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2019년 수중망시스템 연동 국제표준화 기고(ISO/IEC JTC 1/SC 41) ○ 2015년 발표한 '사가르말라 프로젝트'에 따라 해양산업 관련 150개 이상의 프로젝트 추진 중
<p>그 외 국가</p>	



수중통신 개념도



수중통신 비전 및 목표 / 추진체계

추진전략 : 지속/확산공략

비전 및 목표

다양한 수중 통신기술을 이용한 응용 기술의 발전, 변화, 새로운 가능성 창출 및 세계시장 주도

2020~2021

- 신규 표준화 전략 수립

2022~2023

- 수중통신 원천기술 선제적 확보 및 국제표준화 주도

2024~2025

- 수중통신 글로벌 리더십 확보

기대 효과

국제표준 경쟁력 강화 측면

- 국제표준화 주도 및 의장단 확보
- IPR 연계를 통한 표준특허 창출

중소기업 경쟁력 강화 측면

- 핵심기술 확보를 통한 조기상용화 및 시장 선점
- 국내 중소기업의 국제 경쟁력 확보 및 강화

국민행복, 인전보장 측면

- 안전하고 편리한 수중통신 서비스 제공
- 고부가가치의 수중통신 서비스 창출

추진 체계

국제 표준화 활동

공식 표준화 기구



JTC1 SC41 WG3/ WG4/WG5

사실 표준화 기구



전문가 지원

의장단 진출

표준 제안

국제 협력

활동 참여

강릉원주대, 국민대, 경북대, 호서대, 한국해양대 등 학계

국내 표준화 활동

TTA PGs

특수통신 (PG903)

국제표준대응위원회

JTC1 SC41 전문위원회

ICT 표준화포럼

-

정보 보급

활동 참여

SK텔레콤, LIG넥스원, 한화시스템 등 산업체

관계부처



과학기술정보통신부



해양수산부

정책 제시

정책 지원

전략방향 제시

전략방향 제안

ICT 표준화전략맵

수중통신 기술
국내외 표준화
전략방향 제시

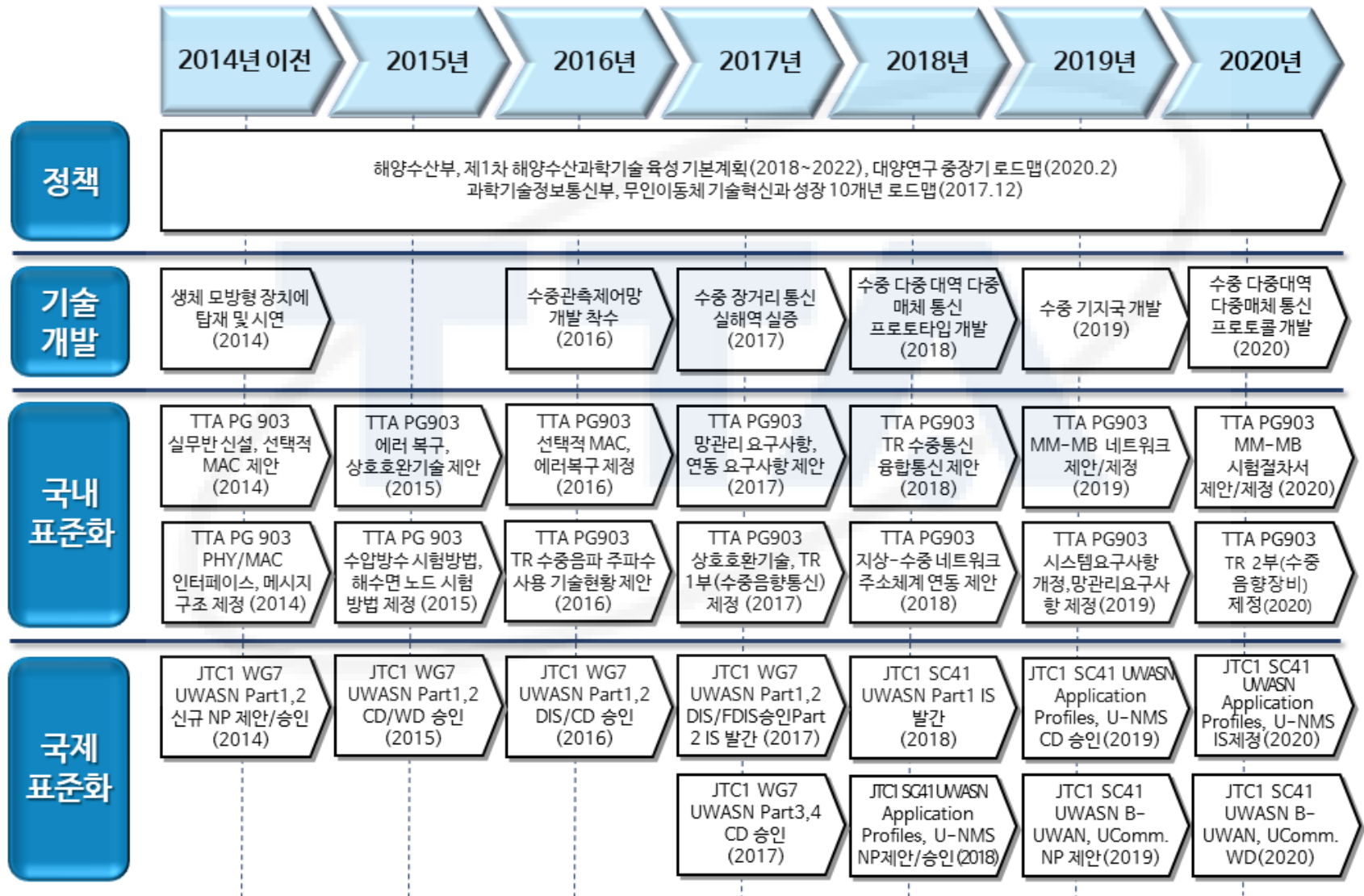
활동 참여

선박해양플랜트연구소 등 연구기관

수중통신 주요항목 및 표준화 내용

표준화 항목		표준화 내용
수중 통신	수중음파통신 참조모델 표준	<ul style="list-style-type: none"> 수중음파통신을 이용한 무선통신 참조모델 수중음파통신 시스템 요구사항, 수중음파통신 시스템 아키텍처(UWASN) 수중음파통신 개체 및 인터페이스
	수중음파통신 응용 서비스 표준	<ul style="list-style-type: none"> 수중음파통신을 이용한 응용 서비스 기술 수중기지국기반수중음파통신개요및요구사항(BUWAN), 수중네트워크 운영관리 시스템 (망 관리 개요 및 요구사항, 유즈케이스, MIB), 수중네트워크 응용 프로파일
	수중음파통신 상호운용성 표준	<ul style="list-style-type: none"> 수중음파통신을 이용한 상호운용성 기술 수중음파통신 기반 연동기술(UWASN), 수중음파통신 기반 이중 네트워킹 기술 수중네트워크 망 관리 상호운용성 기술(U-NMS 연동), 수중음파통신 주파수 운용 기술
	미래 수중통신 융합 표준	<ul style="list-style-type: none"> 수중통신 융합 서비스 응용 기술 수중 유선 광통신망(Optical Fiber) 융합 기술, 수중 무선 광통신망(Underwater Optical Wireless Communication) 융합 기술, 수중 LF(Low Frequency) 융합 기술, 수중 무선 전력전송 및 자기장 통신(Magnetic Field Area Network) 융합 기술
	수중음파통신 프로토콜 표준	<ul style="list-style-type: none"> 수중음파통신을 이용한 무선통신 프로토콜 수중음파통신 네트워크 프로토콜(PHY/MAC, Transport, Application 등) 수중음파통신 이동성 및 링크 강화 기술, 수중음파통신 인증 및 보안 기술
	수중음파통신 시험인증 표준	<ul style="list-style-type: none"> 수중음파통신 시험인증 시험 · 평가 환경 및 시험인증항목 정의, 시험 절차서, 인증 절차서
	IoUT (Internet of Underwater Things) 표준	<ul style="list-style-type: none"> IoUT 기술 IoUT 참조모델, IoUT 네트워크 구조 및 프로토콜, IoUT 프레임워크(공통, 서비스 등) IoUT 기기 간의 통신 및 지상 IoT 간의 연계 기능, 기존 IoT 표준과의 호환성 지원 기술
	IoUS (Internet of Underwater Services) 표준	<ul style="list-style-type: none"> IoUS 기술 IoUS 참조모델, IoUS 프레임워크(공통, 서비스 등), IoUS 기기 간의 연계 기능 IoUS 매시업(Mashup) 및 융복합 지능화 기술

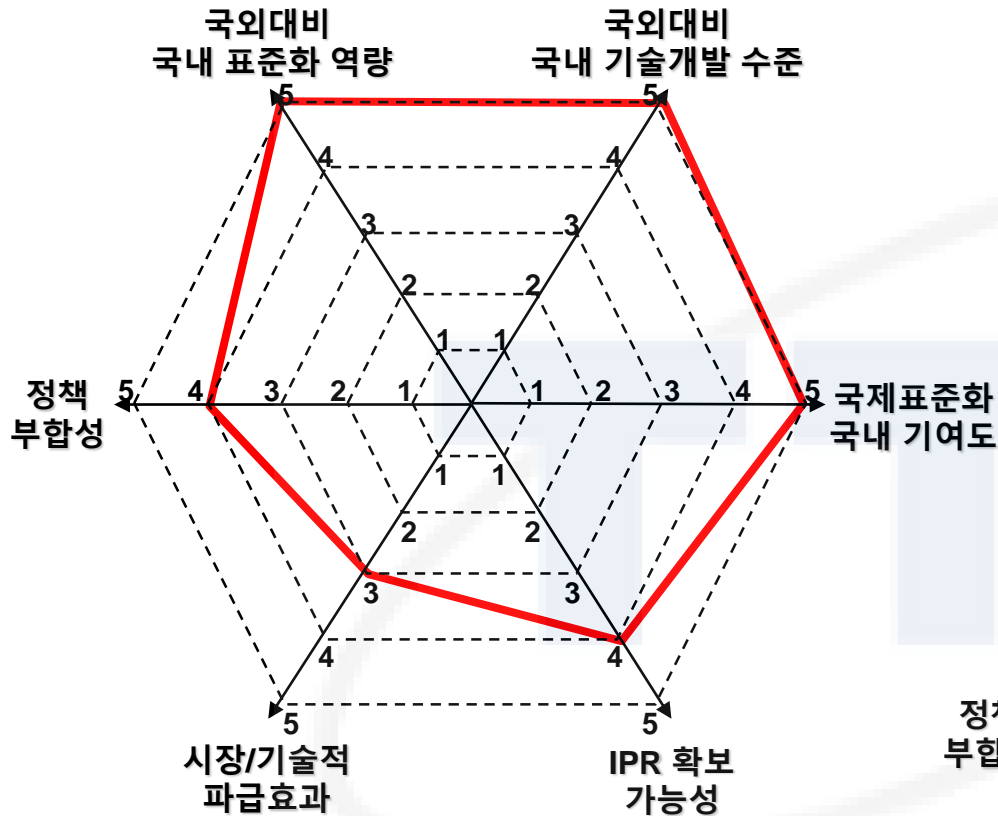
수중통신 주요 현황 이슈



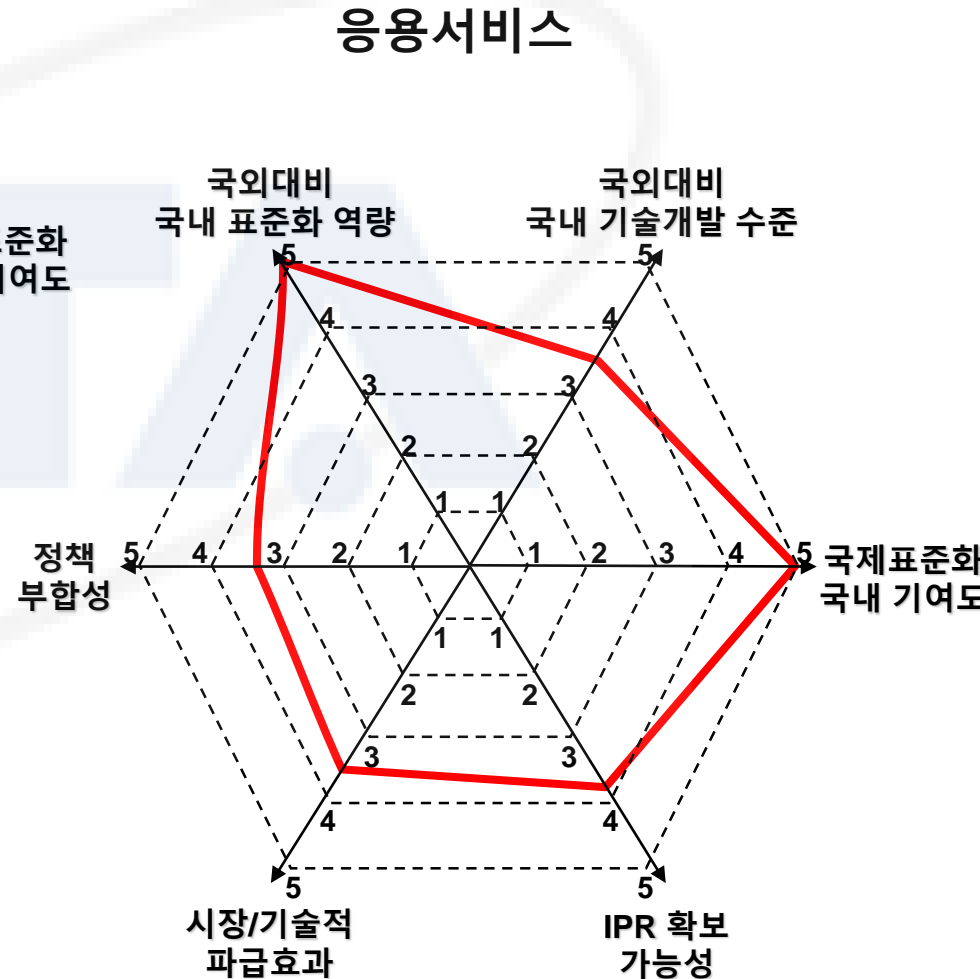
수중통신 표준화 위원회

구분	표준화 기구		표준화 현황
국제 (공식)	JTC1	SC41	<p>(WG3-IoT Architecture) IoT 및 관련 기술 참조 아키텍처 표준을 개발 중이며 수중통신 관련 ISO/IEC 30140-1,2 참조모델 표준이 제정</p> <p>(WG4-IoT Interoperability) IoT 및 관련 기술 상호호환성 제공을 위한 표준을 개발 중이며 수중통신 관련 ISO/IEC 30140-3,4 제정</p> <p>UWASN U-NMS Interworking 표준을 NP로 진행 중</p> <p>(WG5-IoT Application) IoT 및 관련 기술 응용과 관련된 표준 및 유즈케이스를 개발 중이며 수중통신 관련 ISO/IEC 30142 네트워크 관리표준과 ISO/IEC 30143 응용 프로파일 표준이 FDIS 단계를 거쳐 2020년에 IS로 제정</p> <p>UWASN B-UWAN Overview and Requirements 표준이 NP 투표 중</p> <p>UWASN Underwater Communication Technologies for IoT (TR) 표준이 2nd WD 단계 향후 프로토콜 표준 및 연동 기술, IoUT 등 다양한 수중음파통신 기술영역의 표준화를 단계별로 추진 예정</p>
국제 (사실)	JANUS		<p>NATO 회원국(유럽, 미국)이 채택한 표준으로, 독일을 중심으로 JANUS 표준을 JTC1 SC41에서 진행 중인 UWASN 공적표준에 반영하고자 하는 시도가 진행 중</p>
국내	TTA	PG903	<p>(특수통신) 지중/수중통신 실무반(WG9031)에서 다양한 수중통신 기술 및 현황, 이슈를 다루는 표준과 기술보고서를 개발 중</p> <p>시스템기술, 응용기술, 연동기술 중심이었던 표준화 대상을 확장하여 새로운 IoUT 기술 영역 표준화를 진행 중</p> <p>시험절차를 정의하는 표준이 발간되었으며 장비 실험 절차에 대한 표준도 진행 중</p>

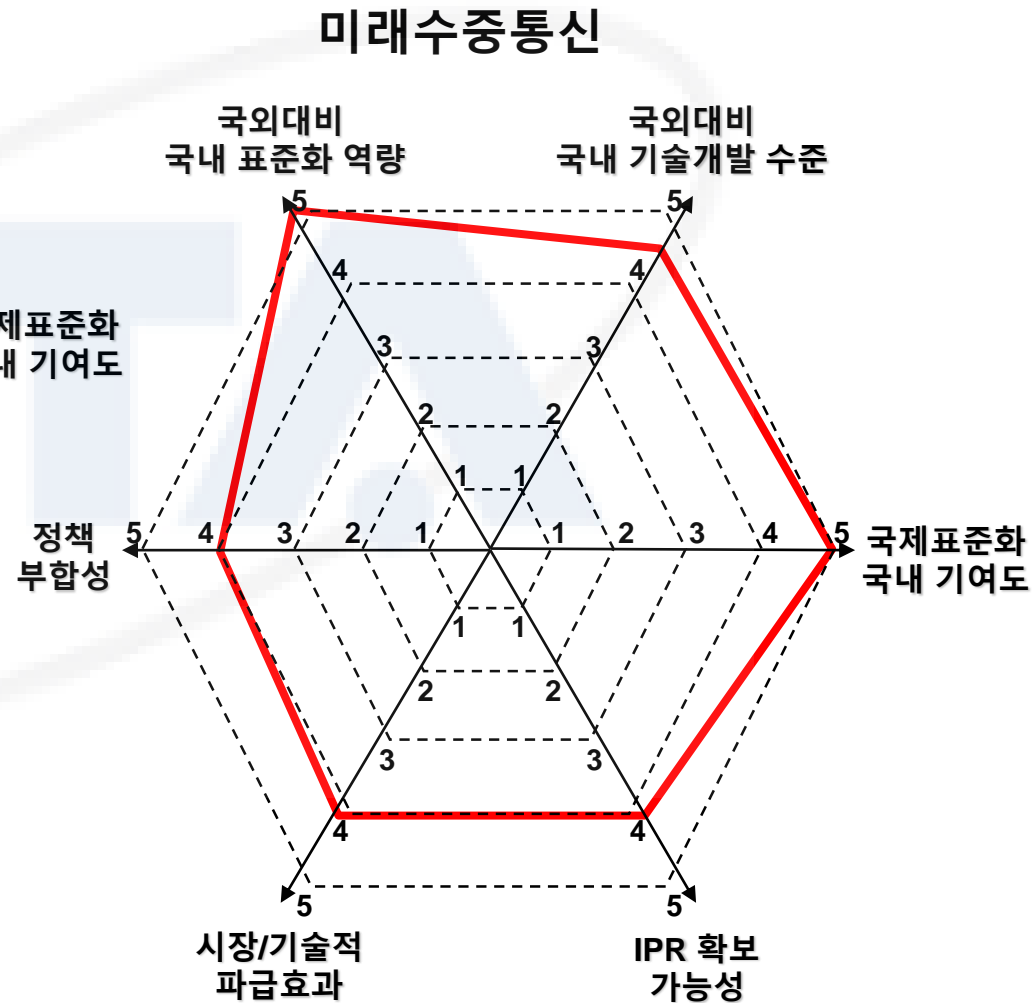
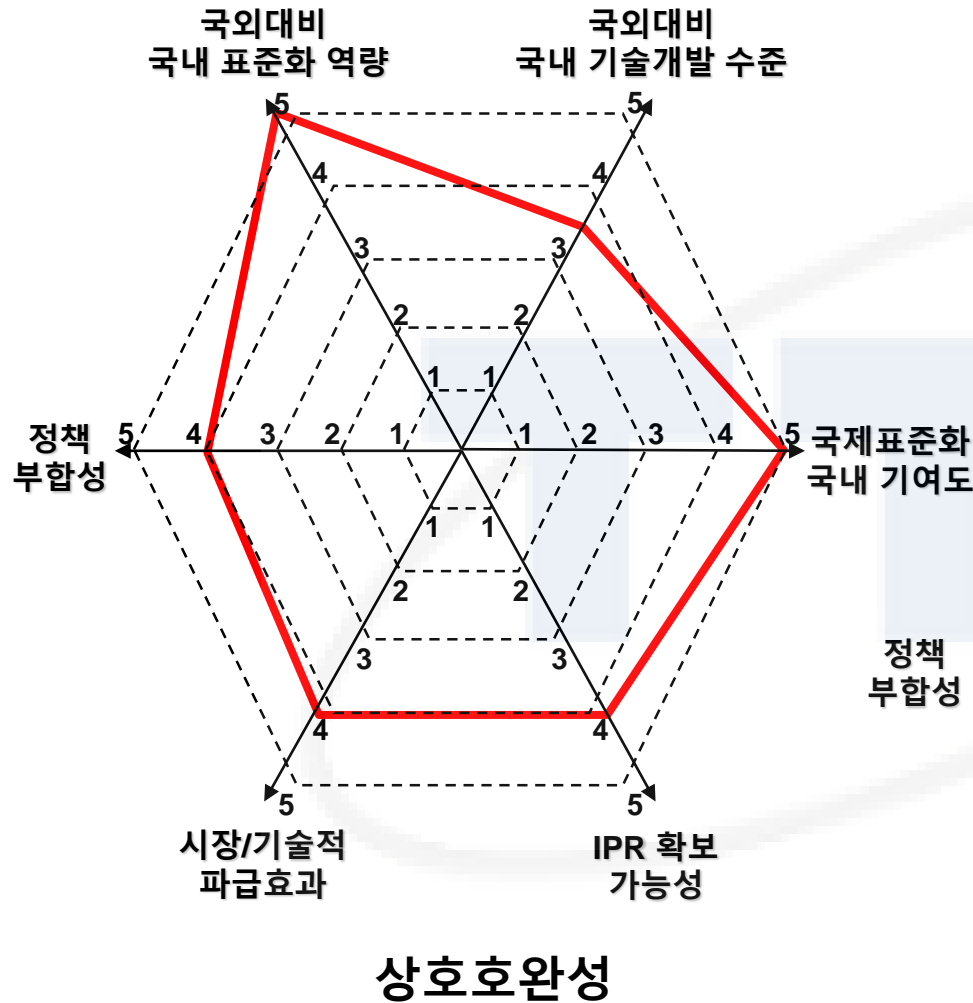
수중통신 중점항목분석 1



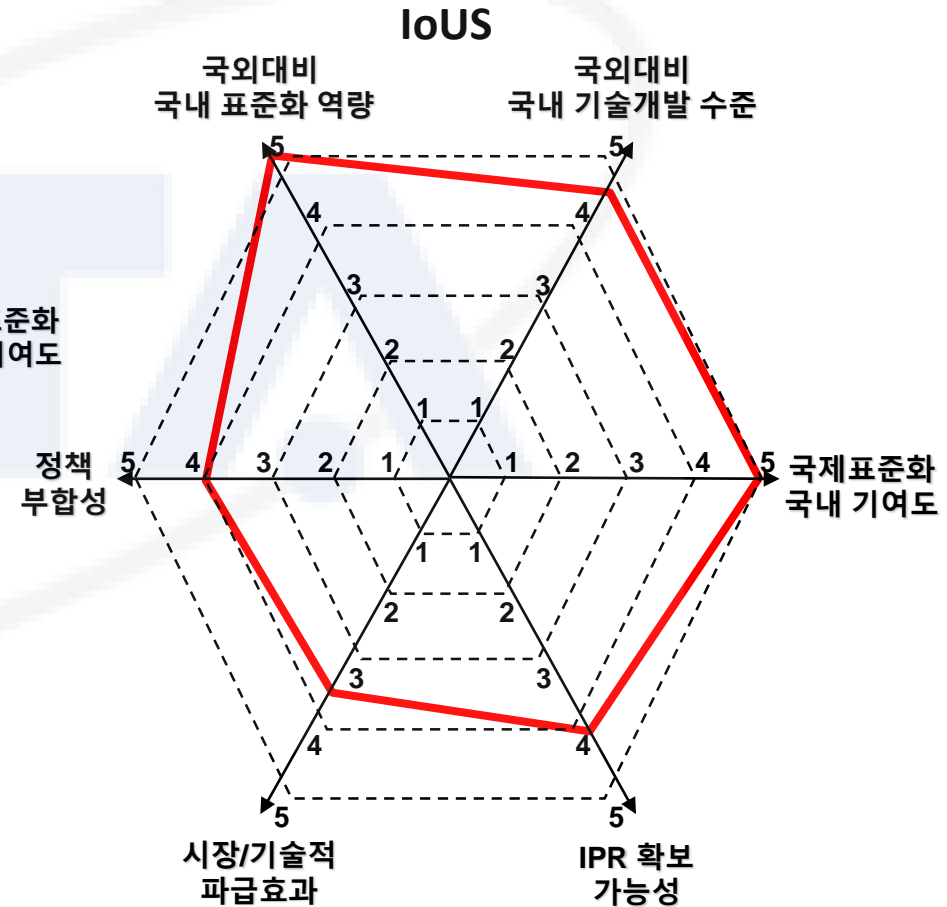
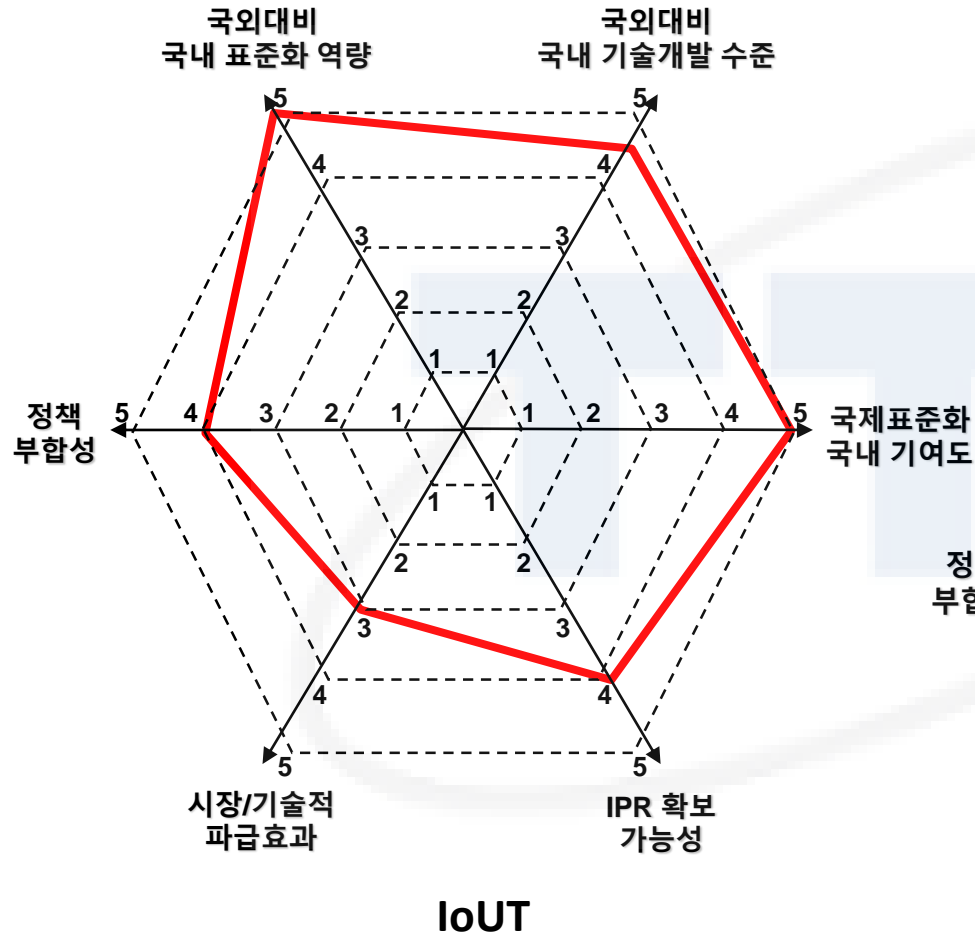
참조모델



수중통신 중점항목분석 2



수중통신 중점항목분석 3



수중통신 중기계획

구분		2020 이전	2021	2022	2023	2024 이후
수중음파통신 참조모델 표준	국제 표준				JTC1 수중음파통신 참조 모델 표준 개정	JTC1 IoUT RA
	국내 표준		TTA IoUT 참조모델 표준		TTA IoT - IoUT 참조모델 표준	TTA IoUT 엔터티와 인터페이스
	기술 개발		수중통신 융합 기술		수중통신 개별 기술	IoUT 프로토 타입 개발
수중음파통신 응용 서비스 표준	국제 표준	JTC1 수중 네트워크 관리 표준	JTC1 수중네트워크 응용 프로파일 표준		JTC1 수중기저국기반 수중음파통신 개요 및 요구사항(B_UWAN)	JTC1 수중 망 관리를 위한 MIB
	국내 표준	수중 네트워크 관리 표준	TTA 수중네트워크 응용 프로파일 표준	수중 망 관리를 위한 MIB	수중기저국기반 수중음파통신 개요 및 요구사항(B_UWAN)	
	기술 개발			수중기저국기반 수중통신 관련 기술	수중 로봇 제어 기술	수중 통신망 관리 기술
수중음파통신 상호운용성 표준	국제 표준		JTC1 수중네트워크 망 관리 인터워킹 표준		JTC1 이종 매체 표준	JTC1 수중음향 주파수 사용현황 기술보고서
	국내 표준	수중음향 주파수 사용현황 TR(소나장비)	TTA 지상 수중 음파 통신네트워크의 연동 표준	수중음향 주파수 사용현황 TR(해양생물)	TTA 수중네트워크 망 관리 인터워킹 표준	TTA 수중음향 주파수 사용현황 TR(스펙트럼 요약)
	기술 개발		수중통신 융합 기술	무인수상선- AUV 복합통신	수중통신 개별 기술	IoUT 디바이스 주파수 기준
미래 수중통신 융합 표준	국제 표준			JTC1 수중통신 융합 기술 표준		JTC1 수중통신 융합 프로토콜
	국내 표준			TTA 수중통신 융합 기술 표준		JTC1 수중통신 융합 프로토콜
	기술 개발		미래 수중통신 융합 기술		미래 수중통신 개별 기술	
IoUT (Inter net of Underwat er Things) 표준	국제 표준	JTC1 IoT RA 기술정의			JTC1 IoUT RA 기술정의	
	국내 표준				TTA IoUT RA 기술정의	
	기술 개발			IoUT 기술기준 마련		
IoUS (Inter net of Underwat er Services) 표준	국제 표준		JTC1 IoS RA 기술정의			JTC1 IoUS RA 기술정의
	국내 표준					TTA IoUS RA 기술정의
	기술 개발					



Thank you !!!