

수중음파통신 표준화 전략 및 계획

신수영, 박수현
국민대학교

요약

지구상에서 70%이상을 차지하는 해양 특히 해저에서 음파를 이용한 통신은 해저자원, 대체에너지 개발 등을 견인할 차세대 핵심기술로써 주목받고 있다. 수중에서 초음파를 이용하여 데이터 전송하는 수중음파통신 기술의 국내외 표준화 동향 및 진행 방향을 살펴보고 우리나라의 역할 및 표준화로부터 얻을 수 있는 파급효과와 향후 전략적 접근을 위한 제언을 기술하였다.

과 세계 시장 선점을 위한 계획적이고 전략적인 수중음파통신 국제 표준 규격 개발 필요한 기술이다. <그림 1>은 수중음파통신 응용분야를 도식화 한 것이다.

본고에서는 국내외 표준화의 대상인 수중음파통신의 표준화 필요성과 국내외 표준화의 추진배경과 현황, 중장기 계획에 대해 살펴보고 마지막으로 그 전망과 파급효과에 대해 기술하였다.

II. 본론

I. 서론

수중음파통신기술은 음파나 초음파 영역을 이용한 무선통신 기술로서 수중에서 근거리는 물론 원거리까지 무선으로 데이터 전송이 가능한 기술로서 해저자원, 대체에너지 개발 등을 견인할 차세대 핵심기술로써 주목받고 있다. 현재 기반기술표준을 적극적으로 개발하고 있으며 향후 연동 기술을 중심으로 IoUT(Internet of Underwater Things)를 통한 기간 망 접속 기술의 발전이 가속화 될 것이므로 수중음파통신기술에 대한 핵심 원천 기술의 확보와 국제 표준화 주도를 통한 신시장 창출

1. 표준화 필요성

가. 필요성

수중음파통신 기술은 다가오는 미래 해양 산업과 국가 신성장 동력으로서의 근간을 마련하고 국제 표준 선점을 통한 기술력 확보와 전문 인력 양성할 수 있는 전략적 기술이다. 현재 본격적으로 태동을 지나 활발한 발전을 이루고 있는 연구 분야로서 세계 각국은 기술 선점을 위하여 치열하게 경쟁 중이며 고갈되는 자원을 대체하기 위한 미래의 청정에너지 개발에 해양의 중요성을 공통적으로 인식하고 있다. 수중 공간 활용을 위한 수중음파통신의 원천기술 확보 및 수중·해양산업에 필요한 기반 기술을 축적을 통해 수중 무선통신 네트워크 표준화를 선도할 뿐만 아니라 국가 경쟁의 우위를 선점하여 지적재산권을 확보하고 지적 부가가치를 창출할 수 있으며, 해양 기술 발전의 원천기술을 확보하여 해양 개발 기술의 해외 의존도 축소 및 기술 수출 기반을 확보하는 것이 가능하게 된다.

나. 국내외 표준화 활동현황

현재 국제표준화는 한국에서 주도하고있는 ISO/IEC 30140-x 시리즈가 유일하다. 2014년부터 ISO/IEC JTC1/WG7 위원회를 통해 발의/채택되었고 총 4건의 표준이 진행되고 있다. 국민대학교 박수현 교수가 ISO/IEC 30140 시리즈 표준의 Project Leader로 활동하고 있다. 현재 수중 통신(음파) 공적 국제표준화 활동은 이것이 유일한 상태이며 공적 표준화 기관인



그림 1. 수중음파통신 응용분야

ITU-T, IEEE, ISO/IEC를 통한 표준화는 한국의 표준 역량이 곧 국제 표준화 활동의 전부이다. 사실상 표준화를 위한 움직임은 유럽연합의 나토 산하에 JANUS 라는 프로젝트가 진행되고 있으나 표준공개가 이루어지지 않고 있다.

수중음파통신기술의 국내 표준 진행과 관련하여 2013년 2월 회의체 구성을 시작으로 한국정보통신기술협회 (TTA : Telecommunication Technology Association) 전파통신기술위원회(TC3)산하에 수중 음파 및 자기장 (PG318)이 신설되어 2013년 4월 15일 수중음파통신 실무반 (WG: Working Group) 창립 회의가 개최되었다. 이 프로젝트 그룹은 2014년 현재의 TTA PG903 특수통신으로 변경 재편되었고 산하 WG1(수중 음파 및 자기장 통신 작업반)이 활발한 표준화를 진행하고 있다.

다. 표준화 항목

다음 <표 1>은 TTA에서 매년 발간하고 있는 ICT전략맵에서 발췌한 것으로 현재 표준화의 대상과 수년내 표준화의 대상이 될 수 있는 관련 항목들을 도출한 것이다. 현재 전략적 표준화 항목으로 수중음파통신 시스템기술의 표준화가 적극적으로 진행되고 있으며 향후 응용 및 연동 기술의 표준화가 활성화 될 것으로 예상된다.

표 1. ICT 전략 맵 표준화 항목

수중음파통신 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 수중음파를 이용한 무선통신 기술 - 수중음파통신 시스템 요구사항 - 수중음파통신 시스템 아키텍처 - 수중음파통신 네트워크 프로토콜 (PHY/MAC, NWK, Transport, AP 등) - 수중음파통신 인증/보안 - 수중음파통신 이동성 강화 기술 - 수중 환경시험규격 - 기타 수중음파통신 시스템 기술
수중음파통신 응용 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 수중음파통신을 이용한 응용 서비스 기술 - 수중음파통신 응용 서비스 요구사항 및 프레임워크 - 수중 재난재해 구호 - 수중생태자원 모니터링 - 수중 위치인식 - 기타 수중음파통신 응용 기술
수중음파통신 연동 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 수중음파통신 기반의 연동 기술 - 수중 네트워크 간 연동기술 (릴레이 네트워크 프로토콜) - 수중음파통신 기반 이종 네트워킹 기술 - 수중음파통신 기반 육상, 해상 원격 관제 기술 - IoT(Internet of Underwater Things) 기술

2. 국내 표준화

가. 배경

수중음파통신 기술은 2011년에 TTA 산하 PG311의 실무반에서 처음으로 근거리 수중음파통신 시스템 아키텍처 단체표준안을 제안하고, 2013년에 자기장 통신 프로젝트 그룹(PG318) 산하에 자기장 및 수중음파통신 실무반이 설립되어 수중음파통신 네트워크 시스템 개요 및 요구사항에 대한 단체 표준을 제정하였으며, 2014년에 자기장, 수중 음파, 해상, 항공 통신이 통합하여 특수 통신 프로젝트 그룹(PG903)을 설립, 자기장 및 수중음파통신 실무반과 해상 및 항공 통신 실무반을 설립하여 현재 수중음파통신 관련 단체표준 8건 제안하였고 5건은 표준 제정 완료하였고 기술문서 1건을 제안, 진행 중이다.

나. 현황

국내 표준화 현황은 국내표준화위원회(TTA 특수 통신 PG903)를 중심으로 2011년부터 수중음파통신 관련 단체 표준을 제정하고 있으며, 6건의 표준 제정과 5건의 과제(기술 보고서 1건 포함)가 채택되어 표준화가 진행되고 있다. 수중음파통신 응용 서비스 요구사항 및 프레임워크 표준, 수중 재난재해 구호 표준, 수중생태자원 모니터링 표준, 수중 위치인식 표준을 추진 예정이며, 기타 응용 기술들도 추진 모색 예정이며 2014년 수중음파통신 시스템의 연동의 기반이 되는 메시지 규격이 제정되었으며, 자기장 통신 및 음파 통신 간 인터페이스, 사회 안전 시스템을 위한 서비스, 수중 통신망 확장을 위한 과제가 제안되어 표준화가 진행중이다.

<표 2>는 국내 표준화 목록이다.

표 2. 국내표준화 목록

(TTA PG311) TTA.KO-06.0256 - 수중 근거리 음파 통신 네트워크 시스템 아키텍처	2011
(TTA PG318) TTA.KO-06.0352 - 수중 음파통신 시스템 Stage1: 요구사항	2013
(TTA PG903) TTA.KO-06.0368 - 수중 음파 통신 네트워크 시스템 인터페이스 제1부: 물리 계층 및 데이터 링크 계층 간 인터페이스	2014
(TTA PG903) TTA.KO-06.0058 - 수중음파통신모뎀의 메시지 구조	2014
(TTA PG903) TAK.KO-06.0396 - 수중 음파 통신 시스템의 수입 시험 방법	2015
(TTA PG903) TAK.KO-06.0395 - 해수면 센서 노드의 환경 시험	2015

(TTA PG903) 2013-1310 - 수중 근거리 음파통신 네트워크 시스템 데이터링크 및 네트워크 계층 간 인터페이스	2016
(TTA PG903) 2014-214 - 자기장통신 및 음파통신 간 인터페이스 프로토콜	2016
(TTA PG903) 2015-128 - 수중음파통신 환경에 따른 MAC 스케줄링 선택 방법	2016
(TTA PG903) 2016-047 - 수중 음파 센서네트워크의 통신장대에서 데이터 손실 감소와 복구를 위한 프레임워크	2016
(TTA PG903) 2016-130 - 수중음향 주파수 사용현황(기술보고서)	2017

- ▶ TTA PG 311 수중음파통신 아키텍처 표준 제정 [2011]
 - TTAK,KO-06,0256 - 수중 근거리 음파 통신 네트워크 시스템 아키텍처
- ▶ TTA PG 318 실무반 1 신설, 표준 제안 및 제정 [2013]
 - TTAK,KO-06,0352 - 수중 음파 통신 시스템 Stage1: 요구사항
 - 2013-1310 - 수중 근거리 음파 통신 네트워크 시스템 데이터링크 및 네트워크 계층 간 인터페이스
- ▶ TTA PG 903 실무반 1 신설, 표준 제안 및 제정 [2014]
 - TTAK,KO-06,0368 - 수중 음파 통신 네트워크 시스템 인터페이스 제1부: 물리 계층 및 데이터 링크 계층 간 인터페이스
 - TTAK,OT-06,0058 - 수중음파통신모뎀의 메시지 구조
 - 2014-214 - 자기장 통신 및 음파 통신 간 인터페이스 프로토콜
- ▶ TTA PG 903 표준 제안 및 제정 [2015]
 - 2015-128 - 수중음파통신 환경에 따른 MAC 스케줄링 선택 방법
 - TTAK,KO-06,0395 - 해수면 센서 노드의 환경 시험
 - TTAK,KO-06,0396 - 수중 음파 통신 시스템의 수압 시험 방법

3. 국제표준화

가. 배경

앞서 이미 언급했듯이 수중음파통신 국제표준화는 한국 주도의 유일한 ISO/IEC 30140-1~4 시리즈가 유일하며 현재 순조롭게 국제표준화의 절차를 따라 진행되고 있다.

수중음파통신 영역의 국내기술 개발이 시작된 것은 2000년 이후로 자체 모뎀 및 통신기술의 연구개발이 성숙된 시점

은 2010년부터 국제표준화활동이 시작되었다. 2012~2013년 ISO/IEC JTC1 SC6위원회에서 통신 프로토콜등의 표준화를 추진하던 중 국내의 환경의 변화로 표준화 진행이 어려움을 겪게 되었고 2013~2014년 ISO/IEC JTC1 WG7으로 옮겨 신규 프로젝트를 제안, 진행하게 되었으며 미국, 중국, 인도, 핀란드, 싱가포르, 스페인 등 국가간 협력에 의해 향후 표준화의 전망 또한 밝다고 할 수 있다.

<표 3>은 수중음파통신과 관련된 한국 대표의 활동현황이다.

표 3. 국제표준화위원회 활동현황

그룹명	직위	성명(소속)
ISO/IEC JTC1/WG7	컨버너	김용진(모다정보통신(주))
ISO/IEC JTC1/WG7	간사	이주린(한국표준협회)
ISO/IEC 30140 Part 1 : Overview & Requirements, SO/IEC 30140 Part 3 : Entities and Interface	Project Editor *	박수현(국민대)
ISO/IEC 30140 Part 2 : Architecture SO/IEC 30140 Part 4 : Interoperability	Project Editor *	신수영(국민대)

나. 현황

국제표준화위원회(ISO/IEC JTC1 WG7)는 2013년 9월 개최된 정규회의에서 처음으로 PWI를 발표하였고 위원회로부터 2014년 4월 NP 제안 제출을 권고 받았으며 위원회의 의견을 반영, 원래 두 개의 NP로 제출 예정이었던 건을 한 개의 통합된 멀티 파트 NP로 구성 제출하게 되었다. 2014년 9월에 수중음파통신 시스템 요구사항에 대한 2건의 국제 표준안이 NP 제안 승인되었으며 현재 ISO/IEC 30140-1 UWASN Part 1 : Overview and Requirements는 FDIS 진행을 결정하였고 ISO/IEC 30140-2 UWASN Part 2 : Reference Architecture 는 DIS 투표를 진행중이며 UWASN Part 3 : Entities and Interface 와 UWASN Part 4 : Interoperability 2건의 WD가 진행중이다. 수중음파통신 시스템 요구사항과 아키텍처에 대한 ISO/IEC 국제 표준이 현재 FDIS와 DIS 수준으로 각각 진행 중임에 따라 이에 기반 한 응용 기술들의 국제표준을 단계적으로 추진 예정 Part4에 상호운용성에 대한 표준화를 2016년부터 제안하여 2019년 표준화를 목표로 추진할 계획이다.

표 4. 국제표준화 목록

(ISO/IEC JTC1 WG7) ISO/IEC 30140-1 UnderWater Acoustic Sensor Network (UWASN) Part 1 : Overview and Requirements	2017
(ISO/IEC JTC1 WG7) ISO/IEC 30140-2 UWASN Part 2 : Reference Architecture	2017
(ISO/IEC JTC1 WG7) ISO/IEC 30140-3 Underwater Acoustic Sensor Network(UWASN) – Part 3 : Entities and Interface	2018
(ISO/IEC JTC1 WG7) ISO/IEC 30140-4: Underwater Acoustic Sensor Network(UWASN) – Part 4 : Interoperability	2018

- ▶ JTC1 WG7 UWASN 1, 2 신규 NP 제안/승인 [2014]
 - ISO/IEC JTC1 WG7에서 2013년에 PWI 발표, 2014년에 수중음파통신 시스템 요구사항 및 아키텍처에 대한 2건의 NP제안이 채택
 - ISO/IEC 30140-1 UWASN Part 1 : Overview and Requirements
 - ISO/IEC 30140-2 UWASN Part 2 : Reference Architecture
- ▶ JTC1 WG7 UWASN 1, 2 CD/WD 승인 [2015]
 - ISO/IEC JTC1 WG7에서 UWASN Part 1은 CD로 UWASN Part 2는 WD로 승인
- ▶ JTC1 WG7 UWASN 3, 4 신규예비항목발표 [2015]
 - UWASN Part 3 : Entities and Interface, UWASN Part 4 : Interoperability 2건의 신규 항목에 대한 예비 발표를 진행
- ▶ JTC1 WG7 UWASN 1, 2 DIS/CD 승인 [2016]
 - ISO/IEC JTC1 WG7에서 UWASN Part 1은 DIS로 UWASN Part 2는 CD 승인
- ▶ JTC1 WG7 UWASN 3, 4 신규 NP 제안/승인 [2016]
 - ISO/IEC JTC1 WG7에서 2015년에 PWI 발표, 2016년에 수중음파통신 인터페이스정의와 상호호환성 등 2건의 NP 제안이 채택
 - ISO/IEC 30140-3 UWASN Part 3 : Entities and Interface,
 - ISO/IEC 30140-4 UWASN Part 4 : Interoperability

4. 전망 및 파급효과

전략적 접근을 위해 세가지 표준화 항목별로 전망을 요약해보면 다음과 같다.

먼저, 수중음파통신 시스템 기술 영역의 표준화 분야에 대해 현재까지는 국방 목적으로 시작된 기술개발 특성상 특허 및 표준을 위한 시도가 활성화 되지 않았으나 늘어가는 시장수요에 따라 상용화를 위한 기술 표준의 확립이 요구되는 상태로 파악된다. 특히 이 영역의 표준이 통신기반기술을 포함하는 중요한 기술영역이기 때문에 모든 수중음파통신모듈을 장착한 기기들 중심으로 IPR을 취득하려는 선점을 위한 경쟁이 가속화 될 것으로 사료되며 현재 개발 완료된 국내 기술에 대해서 국제표준화를 추진하고 있는 상황이므로 진행되고 있는 표준 건 뿐만 아니라 향후 3~5년 내 국제 특허의 출원과 등록으로 특허 표준을 진행하는 전략적 접근이 요구되는 상태이며 수중음파통신 기술의 국제표준화에 대한 국제간 인식이 본격화되면 기술 지식에 대한 확보와 주도권 경쟁이 가시화 될 것으로 판단된다.

수중음파통신 응용 기술은 잠수함과 UUV/AUV를 비롯한 각종 수중 로봇과 장치 기술 개발과 함께 국방, 수중 환경·시설·장치 모니터링, 수중 자원 탐사 및 채굴, 수중 재난/재해 탐지 및 예방, 수중 재난 발생 시 구호 작업, 기타 다양한 수중 작업 등 그 활용범위가 지상 못지않게 광범위하고 상당한 부가가치를 지니고 있는 기술로서 응용에 따라 타 기술과의 융합이 필요한 기술이다. 현재 진행 중인 수중음파통신시스템 기술의 국제표준을 기반으로 경제성이 높은 기술부터 조기 IPR 확보를 진행하면서 국제표준화를 선도한다면 특허 표준 확보 가능성이 매우 높은 분야로 판단되며 응용 기술과 함께 파생 기술이 산업적·경제적 가치가 상당히 높을 것으로 예측됨에 따라 미국과 일본 등 경쟁국들의 심한 견제가 예상되며, 그럼에도 불구하고 타 회원국들의 협력을 이끌어내어 국제표준화를 성공적으로 유도하는 전략을 미리 마련하고 단계적으로 이행하는 것이 필요하다.

연동 관련 수중음파통신 기술이 수중 로봇 통신체계, 수중 환경 관측국의 통신체계, 수중 파이프라인 감시, 잠수함 통신 등에 제한적으로 적용됨에 따라서, 수중음파통신 기술은 시스템 기술과 응용 기술을 중심으로 개발되고 있다는 점에서 이기종 망과 육상 망 연계를 고려한 서비스가 초기단계에 있는 것으로 판단되며 향후 수중 분야의 연구와 응용이 활성화 되면서 기술이 점차 중요해짐에 따라 수중음파통신 연동 기술에 대한 초기 IPR 확보를 통한 선점이 필요한 상황이다.

또한 표준화 활동의 기대효과는 다음과 같다.

- ▶ 표준화 단계에 처음으로 진입한 기반을 기초로 타 기관이나 나라에서의 표준화 기술 독점을 견제할 수 있는 권한을 견고히 하며 향후 다양한 수중관련 표준에 우리기술을 접목시킬 수 있는 기회를 갖게 된다.
- ▶ 특수 목적 분야에서 국가기술 경쟁력과 향후 기술우위 선

점으로 인한 증가되는 민간수요의 시장에서 세계적인 시장을 겨냥한 경제적 파급효과를 기대할 수 있다.

- ▶ 구축된 표준화 역량을 기반으로 전문화되고 고도화된 국내 기술이 국제 표준화를 통해 세계 기술시장을 선점하게 되고 표준특허 등 전략적 접근을 수행하므로 지적재산권 전쟁에서 승리하게 되는 효과를 얻을 수 있다.
- ▶ 표준화 절차 수행 및 연구개발 역량을 갖춘 표준화 전문가가 양성된다.
- ▶ 전담 인력의 배치로 표준화영역에서 다양한 부가적 시도들, 즉 교육, 기술이전, 표준 관련 문서화 작업등이 가능해진다.

Ⅲ. 결론

본고에서는 수중음파통신 영역의 표준화 동향 및 전망과 접근 전략, 기술 영역별 기대효과에 대해서 살펴보았으며 한국의 국제표준화가 전략적으로 진행되고 있는 현 상황에서 지적재산권의 확보 및 증가되고 있는 상용 시장에 조기 진입을 통해 독점적인 경제효과를 기대할 수 있다. 또한 전략적인 중요한 시기로 향후 10년간 시장성숙기를 계획적인 지원을 통해 지속적인 연구개발, 표준화, 국제특허, 상용품개발을 순차, 병행의 방식으로 진행되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] ISO/IEC JTC1 WG 7(Sensor Network) 현황보고, 2016. 5.
- [2] 2016 ICT 표준화 전략맵, TTA, 2016. 1.
- [3] WGSN-Porto-N08_WG7 BP, BUSINESS PLAN FOR ISO/IEC JTC 1/WG 7 Sensor Networks, Period Covered: March - September 2016
- [4] Douglas-Westwood, The world AUV Market Report 2010-2019
- [5] The Diving Blog (www.thedivingblog.com /how-many-divers-are-there)
- [6] ICD Research, The Global Submarine Market 2011-2022
- [7] 2011년 해양산업동향 35호, 한국해양수산개발원

약 력



신수영

1998년 방송통신대학교 교육학사
2003년 덕성여자대학교 정보통신 이학석사
2007년 국민대학교 비즈니스(정보통신) 이학박사
2007년~현재 국민대학교 전임연구교수
2015년~현재 국민대학교 특수통신연구센터 부센터장
관심분야: 유비쿼터스 시스템, 무선(수중) MAC, 국내외 통신 표준



박수현

1988년 고려대학교 컴퓨터학과 학사
1990년 고려대학교 전산학과 석사
1998년 고려대학교 컴퓨터학과 박사
2002년~현재 국민대학교 정보시스템전공 교수
관심분야: 유비쿼터스 네트워크, Underwater Sensor Network, Underwater IoT