

해양환경에 적합한 저전력 433MHz 기술 분석 및 사례

윤형기*, 차정훈*, 이운성**, 정상화**

1. 서 론

최근 RFID/USN 기술 발전과 더불어 첨단 u-IT 기술은 물류, 환경, 교육, 홈 네트워크, 방재, 군사, 의료 등 다양한 분야에 융합되어 적용되고 있으나, 파도, 염분, 오염 등의 열악한 환경을 가지고 있는 해양 수산 분야에 USN기술의 적용은 미비한 상태이므로, 해양 수산 분야의 RFID/USN 확산 및 산업화에 필수적인 핵심 공통 기반 기술의 확보가 시급한 상태이다.

현재 선진국과의 기술격차가 25년에 달하고 있는 수산양식 및 해양 통신 기술의 개발을 통하여 선진국과의 기술 수준 격차 해소 및 해양 산업 분야에서 세계 시장 개척이 필요하다. 해양 USN 분야는 기상, 환경 감시, 연근해 및 육상 양식, 조선, 레저 등 다양한 분야에서 사용될 수 있으므로 관련 산업 확장 및 산업간 융합 서비스 발전에도 기여 할 수 있다.[1]

이를 위해서는 열악한 해양 환경에서 사용가능한 센서 개발 및 풍력, 조력, 파력, 진동, 태양열 등 다양한 자연자원으로부터 에너지를 확보하는

기술이 필요하며, Eco-Sensor Grid 인프라 구축을 위한 신뢰성 있고 효율적인 통신 수단의 확보가 필수적이다.

일반적으로 USN에서 센싱 정보 전송을 위한 통신 방식은 IEEE 802.15.4[2]를 기반으로 하는 Zigbee[3] 통신이 주로 사용되고 있으나, 이 경우 통신거리가 짧은 단점이 있으므로 해양 USN 서비스에 적용할 경우, 육상 게이트웨이로 센싱 정보 전송을 위해 CDMA 혹은 위성통신의 사용이 필수적이다. CDMA나 위성통신의 경우 폭넓게 존재하는 인프라를 기반으로 통신에 필요한 추가적인 데이터 게이트웨이나 별도의 설비가 필요 없는 장점이 있다. 하지만, 이러한 통신 방법은 유로 서비스로 여러 곳에 산재하는 개별 센서에 대해 각각 과금이 필요하고, 중요한 문제점은 RF 통신을 위해 상대적으로 큰 전력을 요구한다는 점이다. 그래서 Zigbee 또는 CDMA보다는 상대적

1) 420~450MHz 주파수 대역은 ISM Band로 국내 전파법에서는 아마추어 무선통신을 위한 HAM의 영역으로 정해져 있으나 항만 물류 환경에서 사용이 가능하도록 일부(433.67~434.17)대역을 RFID/USN 목적으로 분류해 두었다.

현재 국내 전파법 상 허용되어 있는 대역을 사용하여 DASH7 통신을 수행하기 위한 기술적인 문제는 없다.

다중 채널을 이용하기 위해 추가적인 주파수 대역이 요구되면 420MHz~450MHz 대역 내 일반통신을 위한 주파수중 국내 법규에 해당하는 424MHz~425MHz를 활용할 수 있다

참고:(방통위고시 제2008-137)무선설비규칙.

* 교신저자(Corresponding Author): 차정훈, 주소: 서울특별시 구로구 구로3동 에이스테크노타워3차 1002호 케이아이씨시스템즈(주), 전화: 02-866-1188, FAX: 02-866-2012, E-mail: cto@kicsystems.com

* 케이아이씨시스템즈 Ubists 기술연구소장
(E-mail: ppizilee@kicsystems.com)

** 부산대학교 정보컴퓨터공학부

으로 낮은 주파수 대역을 사용하여 전파 특성이 우수하고 저 전력에 유리한 RFID/USN으로서 활용이 가능한 기술로써 Active RFID인 ISO/IEC180000-7[4]의 단점을 보완하여 Dash-7 Alliance발표한 DASH7[5] 기술을 해양 환경에 사용하고 하는 필요성이 대두 되고 있다.

본 논문에서는 DASH7을 이용하여 해양환경 USN에 사례를 소개하고 관련 특히 양식장 환경에서 관련된 특성을 실험한 사례를 소개하고 나아가 갈 방향을 제시한다.

2. 관련 DASH7의 특징 및 산업동향

DASH7 통신 기술은 해양 센서 그리드 인프라 구축을 위한 핵심기술로 해양 환경에서의 제한된 전원으로 센서 노드의 정보를 게이트웨이로 전달할 수 있는 신뢰성 높고 효율적인 저전력 통신 기술, 현재 표준화가 진행 중이다.

	ISO/IEC 18000-7	DASH7
Channel Size	500kHz	216kHz
Channels	1	8
Modulation	FSK	GFSK
Data Rate	27.8kbps	27.8/200kbps(Turbo)
Addressing	Unicast, Broadcast	Unicast, Broadcast, Multicast, Anycast
Access Methods	Reader-Talks-First, Slotted Aloha	Slotted CSMA
Beacon Support	N	Y
Multi-hop	N	Y
Session Attribute	Session incrementer	Network ID, Session ID, Session Encodings
Wake on Event	Fixed length	Variable, Packet Train, ISO 15963

표 1. ISO/IEC18000-7 과 DASH7 비교

기존의 Identification위주의 ISO/IEC18000-7를 크게 개선하여 MAC층에서 네트워킹이 가능한 형태로 DASH7은 개선되었다. [6]

또한, OpenTag[7]라는 DASH7의 기본 구조를 포함하는 소스코드를 Dash7 Alliance 멤버에게는 공개함[8]으로써 DASH7을 이용한 다양한 활용을 지원하여 USN으로서 사용하기 쉽게 되어있다. OpenTag는 OLib, APP, Platform의 3가지 컴포넌트로 구성되어 있다. OLib는 H/W 플랫폼에 독립적인 mode 2 stack의 메인 소스를 담고 있으며, APP는 사용자 레벨의 어플리케이션, Platform은 RF 디바이스 드라이버를 포함한 H/W 플랫폼에 종속적인 소스를 담고 있다. OLib는 아래 그림과 같이 OSI 7계층에 따라 각각의 소스가 연동되어 있다.

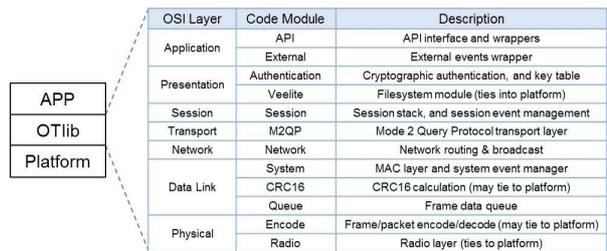


그림 1. OpenTag 디바이스 드라이버 구조[11]

이러한 DASH7은 Alliance회원을 중심으로 다양한 제품 개발 및 연구활동을 진행하고 있다. 우선 BlackBirds[9]사는 DASH7 Alliance를 주도하고 있는 회사로 OpenTag를 개발하고 있다. Texas Instruments[10]사 또한 DASH7 Alliance 회원사로 DASH7 표준 MAC/PHY 기술을 지원하는 RF 트랜시버를 개발하고 있다. 프랑스 회사인 WizziLab[12]사는 DASH7 Technical

1) TI사의 CC430은 초저전력 MSP430칩 및 고성능 RF 트랜시버를 SoC로 만든 제품으로 DASH7 OpenTag가 동작하는 첫 번째 플랫폼임

Working Group 소속으로 OpenTag 기반의 다양한 무선 통신 관련 기술을 보유하고 있으며, 오픈 소스로 리눅스 상에서 RF보드의 송수신 데이터를 제어하고 모니터링할 수 있는 프로그램 개발하고 각종 Evaluation Kit 제품을 판매한다. Agaidi[13]사는 DASH7 표준화에 깊이 관여하고 있으며 세계 최초로 DASH7 표준 기술을 적용한 제품을 OpenTag를 기반으로 개발하였다. Agaidi사의 GAIDI[14]는 DASH7 기술을 적용한 제품으로 RTLS, NFC 등과 연동한 서비스[15]가 가능하며 최근 헬싱키 국제공항에서 시범사업을 수행했다.

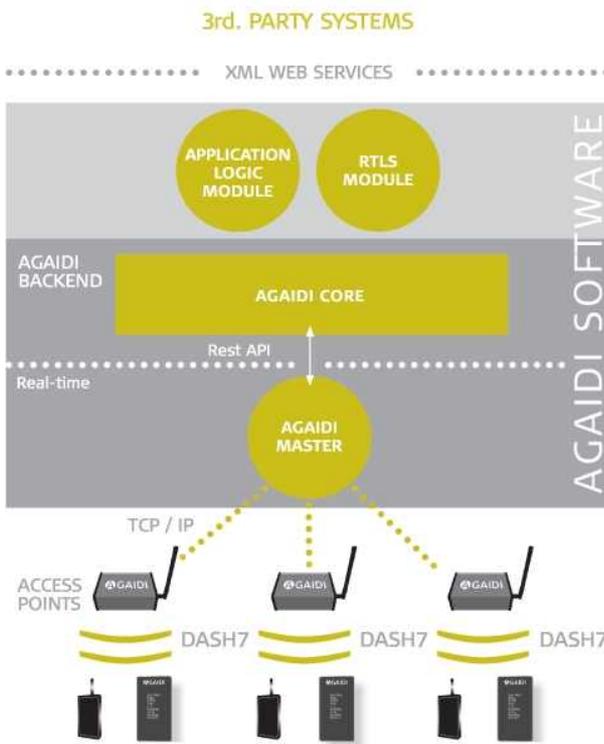


그림 2. Agaidi 제품 아키텍처

3. DASH7를 이용한 해양센서노드

3.1 양식장을 이용한 해양 센서노드

그림3 에서 표현되는 개념도는 DASH7 기술을 이용한 수산 양식에서 사용되는 USN 개념도 이다. 양식장의 주요 생태 환경 정보인 수온, DO(용존산소량), pH, 질산성질소, 탁도 등의 센서 정보를 실시간으로 수집하고 이를 센서 노드 및 게이트웨이를 통하여 전송한다. 해양환경 정보를 수집하는 센서는 양식장[18]의 형태에 맞추어 적절한 깊이에 설치하고 유선 또는 무선으로 각 센서의 정보를 해상위에 설치된 센서 노드에 전송한다. 1개의 센서 모듈에는 1개의 센서 노드가 존재하며 한 개의 양식장에는 N 개의 센서 모듈과 센서 노드의 집합이 존재하게 된다. 따라서 1개의 양식장에는 1개의 해상 게이트웨이가 N개의 센서 노드의 정보를 수집하여 육상 게이트웨이로 전송한다.

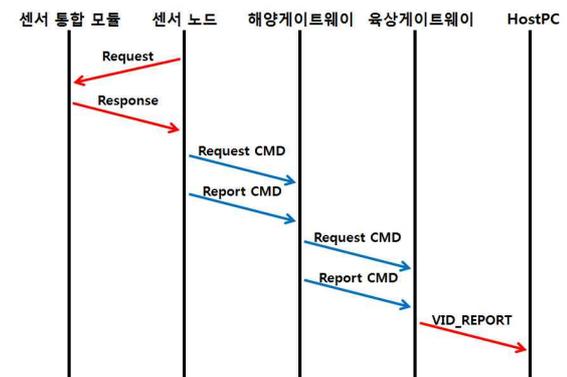


그림 3. 센서노드 데이터 수집 동작 메커니즘

센서 노드와 육/해상 게이트웨이간의 무선 통신은 DASH7의 기술을 기반으로 해양 센서 그리드 인프라를 구축하고 수표면 네트워크(Floating Area Network)[16]를 통해 센싱 정보를 전달한다. 센서 노드로부터 게이트웨이 사이에 매우 긴 전송거리가 요구되는 경우 또는 해상 게이트웨이와 육상 게이트웨이 사이가 개별 도달 거리를 넘어설 경우에는 DASH7의 멀티홉 기능[17]을 이용

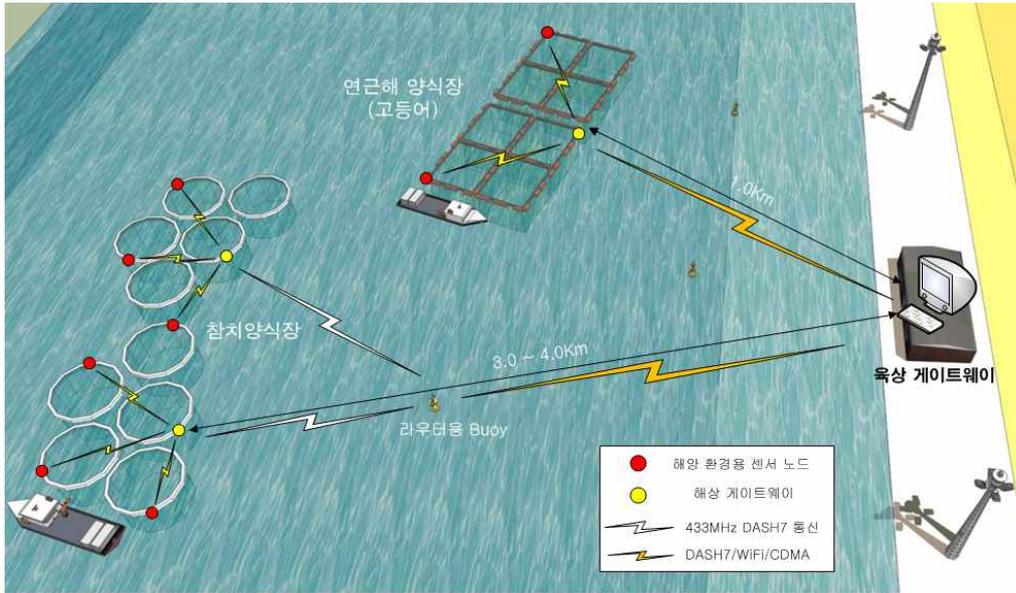


그림 4. 수산 양식 생장관리를 위한 해양 RFID/USN 개념도

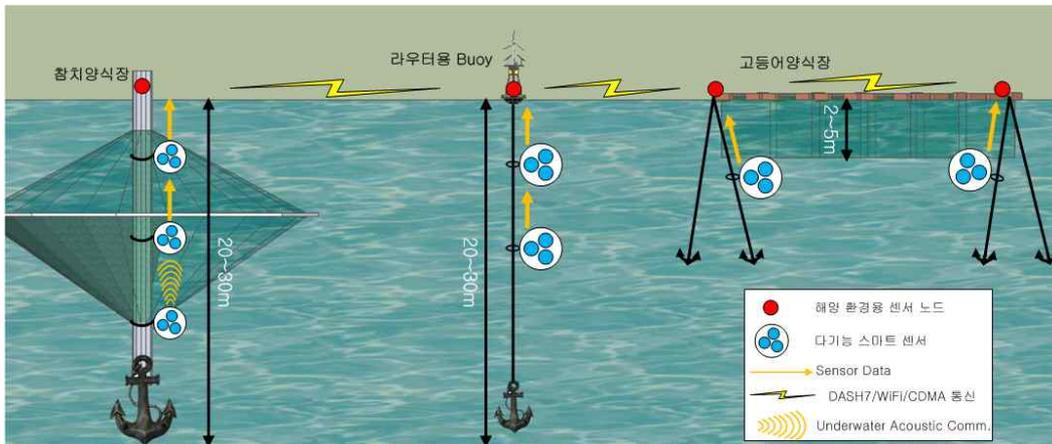


그림 5. 수표면 통신 및 수중 유.무선 통신 개념도

하여 부표(Buoy)를 별도로 설치하여 데이터를 전달 할 수 있다.

전체적인 활용을 살펴 보면 그림4 과 같이 해양 센서는 양식장에 있는 구조물을 활용하여 설치하고 센서노드와 센서간 유/무선 인터페이스로 연동하여 획득한 센싱 정보를 전송한다. 대표적인 양식 기술의 하나인 가두리 양식은 그림5 와 같이 수면으로부터 2~5m 정도의 얇은 수심에 양식장을 설치하므로 부표 등의 구조물에 설치된 센서

노드로부터 수중 센서까지 유선 인터페이스를 통한 연동이 가능하다. 참치 양식의 경우 그림6 와 같이 수심 20~30m정도의 수심에 cage 형태의 양식장을 설치하므로 닻으로 고정된 양식장 구조물이나 주변의 고정 부표에 센서 노드를 설치하고 유·무선 인터페이스로 연동이 가능하도록 한다. 가두리 양식장에는 어종과 용도에 따라 설치되는 위치가 모두 다르지만 일반적으로 내만 가두리 양식장의 경우 항구의 방파제 내에 설치되어 통신

거리가 100m 미만이다.

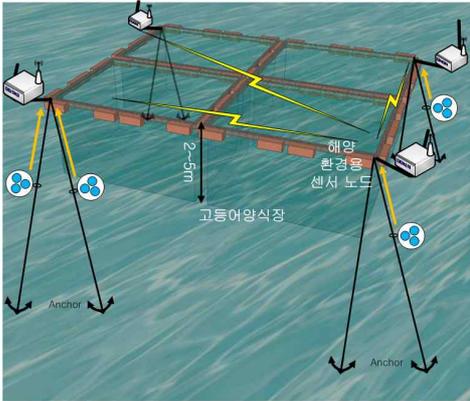


그림 6. 내만/내해 양식장 개념도

회유성 어종 중에서 고등어 등이 주로 양식되는 내해 가두리 양식장(그림 6)의 경우 1Km 내외가 된다.

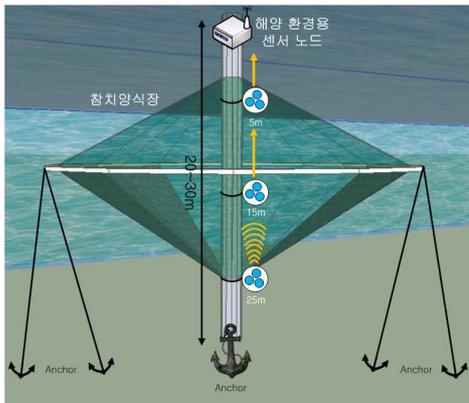


그림 7. 외해 가두리 양식장 개념도

참치 등의 고가의 회유성 어종의 경우 외해 가두리 양식(그림 7)장의 경우 3~4Km 정도 거리에 설치된다.

3.2 DASH7 의 통신 거리 실험

DASH7기반 센서노드의 가능 큰 장점은 저 전력 및 400Mhz 대역의 우수한 RF성능이다. 위에

서 설명한 일반적인 양식장들의 설치 환경을 고려할때 더욱 중요 한 것은 2.4GHz 대역 대비 떨어진 통신 길이이다. 따라서 실제로 DASH7을 이용한 데이터 송수신시 거리 테스트가 필요하다.



그림 8. 육상게이트웨이



그림 9. 센서노드

그림 8과 그림9는 실제 양식 환경에서 DASH7을 탑재하여 통신 거리 실험을 진행한 센서 노드와 게이트웨이이다. 이 실험에는 실제 센서는 포함하지 않았으며 임의의 데이터를 전송하는 시험을 하였다. 또한 해상 환경내의 통신 거리 시험이기 때문에 센서간의 멀티홉 테스트나 센서노드와 게이트웨이간의 데이터 수집 부분은 적용하지 않았다. 제주 표선면에 위치한 노아 양식장에서 실험이 진행되었으며, 실험 조건은 표2의 내용과 같다.

조 건	내 용
Frequency	433.92Mhz
Power	0dBm
Antenna	9dBi 지향성 안테나
Data Rate	1.2kbps
Rx Sensitivity	-110dBm
기온	23℃
풍속	1m/s
습도	31%

표 2. 실험 조건

양식장내에 센서 노드를 위치하고 육상 게이트웨이를 방파제 내에 설치하고 데이터 통신을 수행하였다. 센서 노드와 육상 게이트웨이와의 거리는 DAUM맵[19] 상에서 800m로 확인되었다.

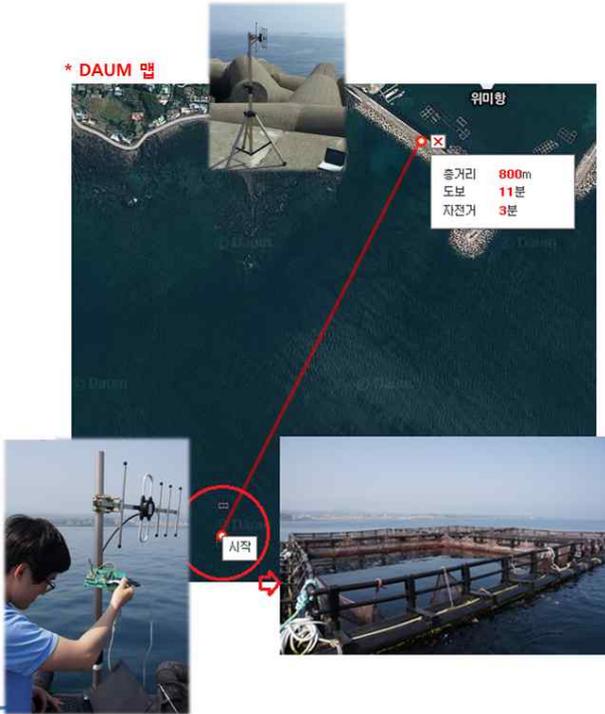


그림 10. DASH7 해상 거리 테스트

모두 10라운드씩 3회를 실시하였으며 CRC Error, Time-Out을 측정하여 패킷의 성공 여부를 확인 하였다. 데이터의 성공은 양쪽에서 모두 1회씩 송수신하는 것을 1회 라운드로 설정 하였으며, 1초 간격으로 송수신 하였다. 그림 10은 양식장의 센서 노드와 방파제의 육상 게이트웨이의 실험 당시의 사진과 해당 위치를 GPS좌표를 기준

	성공	CRC Fail	Time Out
1차	10	0	0
2차	10	0	0
3차	10	0	0

표 3. 통신 테스트 결과

으로 DAUM맵[19]에서 확인한 사진이다.

3차에 걸쳐 통신 테스트 결과는 표3 과 같이 100% 성공 하였다. 따라서 해양환경에서 433Mhz DASH7을 이용한 USN이 실제 양식장에서 가능하다는 본 시험의 결과로써 판단 할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 해양 환경의 USN 분야에서 DASH7 사용된 사례를 살펴보고 양식장 환경에서 DASH7 이용한 통신 거리 실험에 대해 기술 하고 결과에 대해 확인 하였다. DASH7은 기존의 Active RFID를 넘어서는 USN의 역할이 충분히 가능하다는 것을 본 사례를 통해서 증명되었다. 미래 IOT[20](Internet Of Things)세상에 필요한 M2M[21](Machine-to-Machine)의 다양한 기술중에 Sub-1GHz 대역의 큰 역할을 담당하게 될 것으로 보이는 DASH7 기술은 이처럼 다양한 사례를 통해 시장을 넓혀갈 것으로 판단된다. 해양 분야의 경우 USN의 미지의 영역이기 때문에 DASH7을 통한 시장 선점 및 기술 선점으로 신규 시장을 창출 하고 관련 업계 종사자들에게 과학적이고 체계적인 생육 환경 정보를 제공 할 수 있는 발판을 마련하게 될 것 이라 전망한다.

참 고 문 헌

[1] 지식경제부 2012년도 산업융합원천기술개발 사업 제안요청서.
 [2] IEEE 802.15.4, <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.15.html>
 [3] ZigBee Alliance, <http://www.ZigBee.org/>
 [4] ISO/IEC 18000-7, Information technology -

Radio frequency identification (RFID) for item management - Part 7: Parameters for active air interface communications at 433 MHz, 2004

[5] DASH7 Alliance, <http://www.dash7.org/>

[6] Dash7 Mode 2 Specification Draft 014, An Advanced Communication System for Wide-Area Low Power Wireless Applications and Active RFID, 2011

[7] Swedberg, Claire (January 12, 2007). "Seven Companies Sign Up for Savi IP License". RFID Journal. Retrieved 2009-09-04.

[8] Savi Technology (August 6, 2007). "Savi Announces Six RFID E-Seal IP Licensees". RFID Update. ALX Technologies. Retrieved [8] 2009-09-04.

[9] Norair, JP (March 16, 2009). "Introduction to DASH7 Technologies, 1st Edition" (PDF). DASH7 Alliance. Retrieved 2009-09-04.

[10] <http://www.ti.com/>

[11] <http://www.indigresso.com/wiki/doku.php?id=opentag:main>

[12] <http://www.wizzilab.com/tag/dash7/>

[13] <http://www.agaidi.com/>

[14] <http://www.agaidi.com/category/dash7-2/>

[15] <http://dash7.org/DASH7+%20NFC%20Whitepaper%20041210.pdf>

[16] Brian N. Tissot, William J. Walsh, Leon E. Hallacher, "Evaluating Effectiveness of a Marine Protected Area Network in West Hawai'i to Increase Productivity of an Aquarium Fishery" Pacific Science Volume 58, Number 2, April 2004

[17] Savi Technology (March 18, 2009). "Alliance to Promote Greater Use of the ISO 18000-7 Wireless Data Standard Formed". RF Globalnet. Retrieved

2009-09-04.

[18] 국립수산진흥원, "내과성 가두리 양식시설및 개량 부자," 수산기술지 1999

[19] <http://map.daum.net>

[20] 정책연구실 정책기획팀 민경식 수석연구원 (kyoungsik@kisa.or.kr), "사물 인터넷 (Internet of Things),"

[21] 권오상, "M2M(사물지능통신) 발전방향과 과제," Journal of Communications & Radio Spectrum



윤형기

- 2000년 금오공과대학교, 전자공학과 (공학사)
- 2012년 연세대학교, 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2000년 ~ 2003년 포스콘 기술연구소 연구원
- 2004년 ~ 2011년 ㈜미네르바 SW 개발팀장
- 현재 ㈜케이아이씨시스템즈 기술연구소 연구소장
- 관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, RFID/USN, M2M/IoT, 소프트웨어 개발 방법론, Agile



차정훈

- 1994년 2월 울산대학교 전자공학과 (공학사)
- 2010년 2월 연세대학교 정보산업공학과 (공학석사)
- 2012년 8월 연세대학교 정보산업공학과 (박사수료)
- 1993년 11월~2001년 4월 현대전자 정보통신연구소
- 2003년 9월~2011년 8월 ㈜미네르바 대표이사
- 2010년 3월~2011년 2월 폴리텍대학 정보통신과 겸임교수
- 관심분야: 기업정보화방법론, RFID/USN, M2M/IoT



이 윤 성

- 2006년 2월 부산대학교 정보컴퓨터공학부 학사
- 2008년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2008년 3월~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- 관심분야 : DASH7, RFID, 센서 네트워크



정 상 화

- 1985년 2월 서울대학교 전기 공학과 학사
- 1988년 5월 Iowa State Univ. 컴퓨터공학과 석사
- 1993년 8월 Univ. of Southern California 컴퓨터공학과 박사
- 1993년~1994년 Univ. of Central Florida 컴퓨터공학과 조교수
- 1994년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수, 컴퓨터 및 정보통신연구소 연구원
- 2002년~2003년 Oregon State Univ. 컴퓨터공학과 초빙 교수
- 2011년~현재 부산대학교 컴퓨터 및 정보통신연구소 연구소장
- 관심분야 : DASH7, RFID, 센서 네트워크, SDN, OpenFlow, 무선랜 메쉬 네트워크