

스마트 워터 그리드 기술개발 및 표준화 동향

Trend of Smart Water Grid Technology Developments and Standardization

임정일 (J.I. Yim) 융합표준연구실 선임기술원
김용운 (Y.W. Kim) 융합표준연구실 실장
김형준 (H.J. Kim) 표준연구센터 센터장
손승원 (S.W. Sohn) 창의미래연구소 소장

* 본 연구는 미래창조과학부의 지원을 받는 방송통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음.

세계 인구증가 및 지속적 발전에 따라 에너지 사용이 폭발적으로 증가하고 이를 원인으로 온실가스 배출, 기후변화, 물 부족 스트레스로 이어지는 악순환이 점차 심화될 것으로 전망됨에 따라 이에 대한 대응에 관심이 높아지고 있는 현실이다. 이와 같은 물 문제에 대한 주요 대응 방안 중 하나가 ICT(Information and Communication Technology)에 기반한 효율적 수자원 관리 기술인 스마트 워터 그리드라 할 수 있다. 본 논문에서는 스마트 워터 그리드와 기존의 스마트 파워 그리드를 비교하고, 스마트 워터 그리드의 주요 기술요소들에 대한 기술개발 동향과 표준화 동향을 살펴본다.

창조경제 시대의 기술 시장
전망 특집

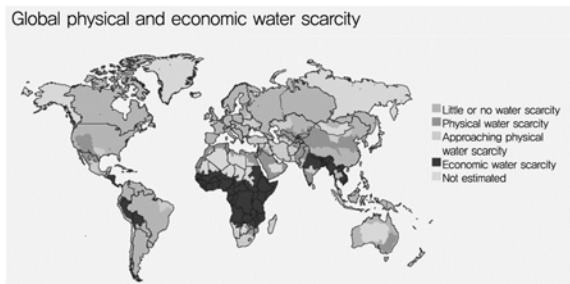
- I. 서론
- II. 스마트 워터 그리드
- III. 기술개발 및 표준화 동향
- IV. 결론

I. 서론

과거 많은 사람들은 우리나라는 물 부족 국가이기에 물을 절약해야 한다는 공익성 광고를 보았을 것이다. PAI(Population Action International)의 2003년 발표 자료에 의하면, 우리나라는 153개 국가 중 129위로 물 스트레스국가로 분류되어 있다[1]. 이것이 뜻하는 것은 강수량 대비 좁은 지역에 많은 인구가 밀집해 있다는 것을 뜻한다. 또한 시기별 강수량의 편차가 크기 때문에 보다 더 상황이 좋지 않다고 볼 수 있다. (그림 1)은 세계 물 부족 상황을 보여주고 있다.

또한 현재 전 세계적인 이슈가 되고 있는 기후변화에 의해 이미 물 스트레스를 겪고 있는 개발도상국의 강수량이 더욱 줄어들어[2] 물 부족으로 인한 스트레스는 점차 심화될 것으로 전망된다.

본 논문에서는 ICT(Information and Communication Technology)를 활용하여 물 부족 스트레스를 해결하기

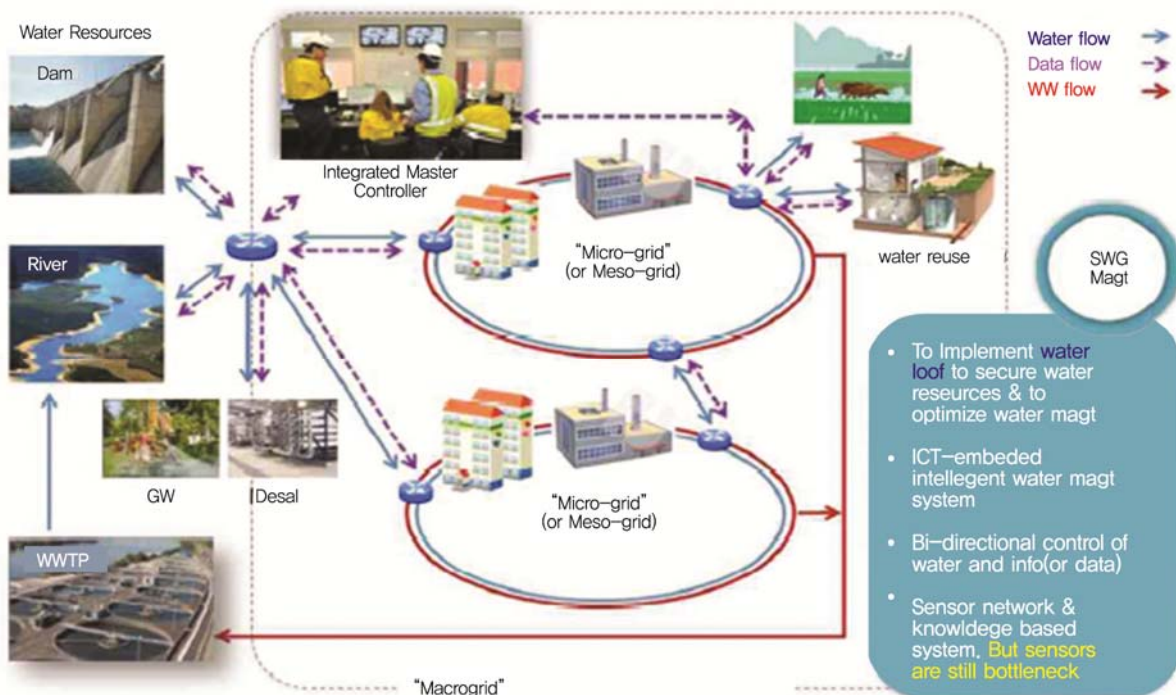


(그림 1) 세계 물 부족 지역[3]

위한 대표적인 기술인 스마트 워터 그리드의 기술개발 및 표준화 현황에 대해 살펴본다. 먼저 스마트 워터 그리드에 대한 간략한 소개를 II장에서 다루고, III장에서 스마트 워터 그리드의 기술개발과 표준화 동향, 끝으로 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 스마트 워터 그리드

최근 교통 · 전력 · 의료 · 환경 · 교육 등 사회 간접자



(그림 2) 스마트 워터 그리드 개념[4]

본에 ICT 기술을 접목하여 비용절감, 생산성 향상, 서비스품질 개량, 친환경 개선을 도모하는 ‘스마트 사회 간접자본’이 미래사회의 새로운 패러다임으로 등장하고 있다.

1. 스마트 워터 그리드와 스마트 파워 그리드

에너지 생산에는 물이 필요하고 물을 공급하려면 에너지가 필요한 것과 같이 물과 에너지 공급은 상호 의존적인 관계로 볼 수 있다. 이와 같이 스마트 워터 그리드는 수자원 및 상하수도 시스템의 효율 향상과 전주기적 통합관리를 위한 ICT 기반의 차세대 수자원 관리 시스템이며(그림 2) 참조), 스마트 파워 그리드는 전력망의 신뢰성, 효율성, 안전성을 향상시키고, 전력의 생산 및 소비정보를 양방향실시간으로 유통함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 전력망 시스템이다.

따라서, 수자원을 관리하는 스마트 워터 그리드와 전력을 관리하는 스마트 파워 그리드는 기후변화와 수요 증가에 따른 수자원과 전력공급의 문제해결을 위한 ‘스마트 인프라’로 볼 수 있다.

수자원 공급망과 전력 공급망은 물리적으로 다른 자원을 공급하기 때문에 관련 이해당사자가 다르게 구성된다. 즉 최종 수요자가 물과 전력을 함께 공급받기 때문에 ICT 기술을 공유할 수 있는 부분이 존재하며, 효율 향상과 지속가능성 확보를 위한 ‘스마트 인프라’ 측면에서 유사점 및 <표 1>과 같이 차이점이 존재한다.

스마트 워터 그리드와 스마트 파워 그리드를 보다 다양한 측면에서 살펴보면 다음과 차이가 있음을 알 수 있다.

1) 양방향 정보수집

스마트 워터 그리드와 스마트 파워 그리드는¹⁾ 실시간 양방향 정보 수집을 위한 AMI(Advanced Metering Infra) 구축을 통하여 물과 전기와 연관된 정보를 실시간 양방향으로 전달하는 인프라를 이용하는 방식이다. 전기의 경우 스마트 계량기(Smart meter)를 이용하고, 물의 경우 스마트 수도계량기(Smart water meter) 기반의 AMI를 이용하여 정보전달과 제어기능을 수행하고, 시급성에 따라 우선적으로 스마트 파워 그리드에서 구축되어 있는 인프라 기술을 스마트 워터 그리드에서 비교적 용이하게 활용 가능하다.

2) 분산화

스마트 파워 그리드와 스마트 워터 그리드는 공통적으로 생산설비의 분산화를 유도하는 특징을 가지는데, 특히 생산자와 소비자의 역할을 동시에 하는 프로슈머(Prosumer)의 개념이 같이 적용될 수 있다. 송전 및 수

¹⁾일반적으로 사용되는 스마트 그리드라는 용어는 스마트 파워 그리드를 의미한다. 따라서 본 논문에서 사용되는 스마트 그리드는 스마트 파워 그리드를 의미한다.

<표 1> 스마트 파워 그리드와 스마트 워터 그리드의 비교

항목	스마트 파워 그리드	스마트 워터 그리드
분산된 자원	- 신재생에너지(태양광, 풍력 등) 등의 다양한 에너지	- 우수, 지하수, 하수처리수 등의 다양한 수자원
측정기기	- Smart electrical meter	- Smart water meter
양방향 실시간 유통	- 다양한 에너지의 생산/관리 vs 활용 목적에 맞는 에너지 공급 - 전력품질 vs. 실시간 가격제	- 다양한 물의 생산/관리 vs 활용 목적에 맞는 수량/수질 공급 - 물품질 vs. 실시간 가격제
서비스 패러다임	- 다수의 에너지 공급자 사이에서 에너지 거래 가능 - 전력의 생산/소비정보를 최적화 및 통합관리	- 다수의 원수 공급자 사이에서 다양한 수원의 거래 가능 - 용수 공급의 생산/소비정보를 최적화 및 통합관리

송 인프라의 기본적인 차이와 수요 및 공급 특성의 차이로 인하여 분산시설의 구축 및 운영방식은 큰 차이를 보일 것으로 예상되며, 최근 제안된 마이크로그리드(Micro-grid)의 개념은 스마트 워터 그리드에서의 분산화를 효율적으로 달성할 수 있는 방법이다.

3) 수요반응(Demand Response)

전력의 경우 저장이 거의 불가능하고, 전력수요에 따라서 발전소의 가동율이 크게 달라지고, 수요에 따라서 생산단가가 크게 변동하기 때문에 수요반응은 스마트 파워 그리드의 핵심개념이다. 물의 경우, 하루 단위로 볼 때 수요의 변동이 상대적으로 작은 편이며, 저장이 가능하다는 특징을 가지므로 물의 생산은 전기와는 달리 수요에 따라서 실시간으로 급격하게 변동하여야 할 필요가 높지 않다. 물의 수요변동은 계절에 따라 변동이 큰 편이므로, 장기적인 관점에서 수요와 공급을 최적화하는 방법이 필요하다.

4) 공급변동

전기의 경우, 발전용량에 따라서 공급할 수 있는 전력량이 제한될 수 있는데, 특히 전력수요가 공급용량을 초과하는 경우에 '정전'이라는 큰 문제가 발생할 수 있으며, 이 문제는 전체 공급용량이 일정하나 수요가 급격하게 변동하기 때문이다. 물의 수요 측면에서, 계절에 따라 차이가 있으나 수요의 변동은 상대적으로 큰 편은 아니고, 농업용수나 조경용수를 제외한다면 생활용수나 공업용수의 경우 연간 거의 일정한 양이 사용되고 있다. 물의 공급 측면에서, 공급량은 계절에 따라 크게 변화하는데, 여름철에 강우가 집중되는 경우 잉여 수자원이 발생하며, 봄철 등에는 가뭄으로 인하여 수자원의 부족이 나타날 수 있다. 따라서, 기본적으로 수자원 시스템에서는 전체 수요량은 비교적 일정하나 공급용량이 계절에 따라 변동하는 특성이 존재한다고 할 수 있다.

5) 대체자원 활용

스마트 파워 그리드의 중요한 장점 중에 한 가지가 신재생에너지의 통합이 용이하다는 점으로서, 태양광이나 풍력 등의 다양한 신재생에너지는 배전단에서 분산 발전되어 에너지저장장치인 ESS(Energy Storage System)를 통하여 저장 가능하며 분산 발전을 통한 전체 전력공급의 안정성에 중요한 필수요소이다. 스마트 워터 그리드에서도 유사하게 공급량과 품질의 문제가 발생하는데, 해수 담수화나 물 재이용에 의하여 대체 수자원을 활용하는 경우에는 공급량을 비교적 일정하게 안정적으로 가져갈 수 있으나, 빗물 등을 이용하는 경우에는 날씨에 따라서 물 확보량이 큰 차이를 보일 수 있다.

6) 공급변동

스마트 파워 그리드에서는 전기품질 향상을 위해 발전-송전-배전-수용가의 전 과정에 있어서 고도화를 이루는 것이 목적으로, 장거리 송전에서도 손실을 최소화하기 위한 고압송전기술을 개발도입하고 있다. 스마트 워터 그리드는 다양한 활용처에 최적화된 다품종의 물을 공급하는 것이 중요한 목적 중 하나로, 수자원의 종류에 따른 수질의 차이로 인해 수송에 필요한 인프라가 이중으로 필요하게 되는 문제가 발생할 수 있다. 즉, 먹는 물을 공급하는 상수관망과 비음용의 물을 공급하는 관망이 분리되어야 하며, 이러한 분리 공급체계가 활용처에도 구축되어야 한다.

III. 기술개발 및 표준화 동향

그 동안 스마트 파워 그리드를 주제로 한 표준화 활동은 꾸준히 진행되어 왔으나 스마트 워터 그리드를 주제로 한 표준화는 거의 찾아보기 어렵다. 최근 ICT 분야의 공식 국제표준화 기구의 하나인 ITU(International

Telecommunication Union)에서 스마트 물 관리에 관한 표준화 필요성을 인식하고 연구에 착수했다.

본 장에서는 스마트 워터 그리드 관련 기술분야별 표준화 동향을 살펴본다.

1. 스마트 물 관리

ITU는 2012년 11월에 개최한 WTSA(World Telecommunication Standardization Assembly)에서 수질 악화, 수자원 고갈문제에 대한 인식과 물 사용의 효율성 향상 및 절약을 통한 수자원의 지속가능성에 대한 필요성을 공감하여 기후변화와 관련된 ICT 표준화를 담당하는 ITU-T SG(Study Group) 5에서 물 관리에 대한 연구를 진행할 것을 결의문 73을 통해 의결했다. ITU-T의 자문그룹인 TSAG(Telecommunications Standardization Advisory Group)의 2013년 6월 회의에서 WTSA-12 결의문 73의 결정사항에 따라 물 관리를 위한 표준개발을 진행하기에 앞서 물 관리 표준화 항목 도출을 위한 사전 연구를 진행하기 위해 스마트 물 관리 포커스 그룹(ITU-T Focus Group on Smart Water Management)을 ITU-T SG 5 산하에 설치하고 2013년 12월에 첫 회의를 개최하여 의장단 선출 및 WG(Working Group) 구성을 완료하고 관련 연구에 착수 했다.

스마트 물 관리 포커스 그룹은 다음의 역할을 수행하며 WG의 구성 및 작업 범위[5]는 <표 2>와 같다.

<표 2> ITU-T FG-SWM WG 작업 범위

WG	작업 범위
WG 1	<ul style="list-style-type: none"> - 지능형 수자원 관리체계를 도입하는 데 있어서의 국가적 또는 산업적 수행주체 파악 - 지능형 수자원 관리체계의 산업생태계 구성
WG 2	<ul style="list-style-type: none"> - 지능형 수자원 관리체계 관련된 국제 표준화 동향과 추가 표준화 항목 발굴 - 지능형 수자원 관리에 대한 성능평가 지표 분석
WG 3	<ul style="list-style-type: none"> - 지능형 수자원 관리분야에 활동하고 있는 기업들을 파악하고 협력관계 구성 - 지능형 수자원관리에 대한 소개, 홍보, 활성화 등을 추진

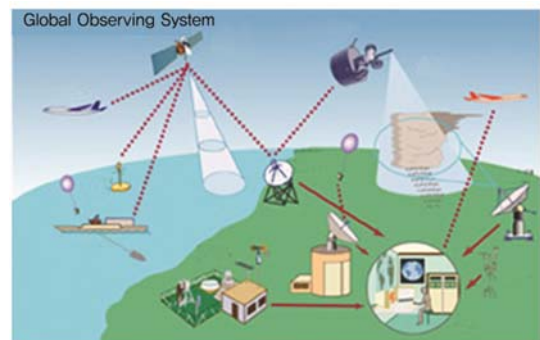
- 국제적 SWM 대응현황 조사
- SWM에서의 ICT 역할과 효과 분석
- ICT/SWM에서의 이해당사자 목록 작성
- SWM에서 ICT 사용효과에 대한 평가방법 분석
- 수자원 보호 개선에 대한 ICT 영향 추정방법 분석
- 상호운용성과 경제성을 담보할 수 있는 SWM 실현 ICT 응용과 서비스 분석
- ITU-T SG 5에서 SWM 대응 표준화 추진 항목 도출

2. 기후 예측 및 기후변화 모니터링

세계기상기구인 WMO(World Meteorological Organization)는 세계 기상관측을 위해 (그림 3)과 같이 글로벌 기상관측시스템(Global Observing System)을 운영하고 있으며 이를 통해 기후변화로 인한 수자원에 미치는 영향을 예측하는 것이 가능하다. 이를 위해 위성 및 지상 원격센서 간의 통신용 스펙트럼과 주파수가 중요하다. 이에 ITU-R은 여기에 사용되는 무선 기반 응용 프로그램과 무선 통신시스템을 전파방해 없이 운영할 수 있도록 무선 주파수를 할당하고 있다.

ITU-R SG 7은 기후변화 모니터링을 위한 무선 통신시스템의 설계/운영에 사용되는 원격 센싱(Remote Sensing) 관련 권고안 및 다음의 연구를 수행하고 있다 [6].

- 허리케인/태풍 등의 진행상황 모니터링을 위한 기



(그림 3) 글로벌 기상관측 시스템 개념[7]

상 위성과 토네이도, 뇌우, 화산 폭발, 산불 등의 진행상황 모니터링을 위한 레이더 시스템

- 기상 데이터를 수집 및 처리하는 무선 기반 기상 원조 시스템
- 비상시 천재와 인재 관련 정보를 전달할 수 있는 다양한 무선 통신시스템

3. 긴급상황 통신

긴급상황 통신은 물로 인한 재난 발생 시 정부는 물론 구조작업, 의료지원, 재활 등과 관련된 인도적 원조기관에게 매우 중요한 기능으로, ITU(ITU-R SG4/6, ITU-T SG2, ITU BT)는 비상 통신시스템 개발 및 운영에 대해 다음과 같은 표준을 개발하고 있다[8][9].

- 권고안 ITU-R S.1001-2는 비상/재난 구호 활동 시 고정위성서비스인 FSS(Fixed-Satellite Service) 시스템의 사용을 위한 무선 주파수 범위를 설명
- 권고안 ITU-R M.1854는 음성 및 데이터 통신, 현장보고, 데이터 수집, 위치정보, 이미지 전달 등의 다양한 기능을 사용할 수 있도록 이동위성서비스의 무선 주파수 범위와 일부 위성시스템에 대한 정보를 제공
- 권고안 ITU BT/BO 1774-1는 재난피해 완화 및 구제활동을 위한 위성 및 지상 방송시스템의 특징을 기술
- ITU-T 권고안 E.123은 응급구조 작업자가 휴대전화 디렉토리에서 부상자의 가족 연락처를 확인할 수 있도록 표준화된 방법을 제공
- ITU-T 권고안 E.164는 재난구조용 단말기에 이름 및 주소 지정 시스템을 보다 원활하게 적용할 수 있도록 유엔인도지원조정국인 OCHA(UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs)에 특별 국가번호를 할당함.

4. 스마트 그리드 소비자 인터페이스

앞서 살펴본 바와 같이 스마트 워터 그리드와 스마트 파워 그리드의 기술은 유사성이 많다. ITU-T는 2010년 2월 스마트 그리드 개발을 지원하기 위한 스마트 그리드 포커스 그룹(ITU-T Focus Group-Smart Grid)를 설치하여 기초연구를 끝마치고 각 SG에서는 표준개발이 진행되고 있다.

ITU-T SG 15는 ITU-T G계열 권고안에서 스마트 파워 그리드 제품의 가정 네트워킹 규격을 개발하고 있다[9].

- ITU-T G계열 권고안은 홈 자동화, 홈 제어, 전기 자동차, 스마트 그리드 응용프로그램에 사용가능한 홈 네트워킹 장치의 정의를 위해 2010년 ITU-T와 JCA-HN(Joint Coordination Activity-Home Networking)이 시작한 '에너지 관리의 홈 네트워킹' 프로젝트
- CCMP(CCM mode Protocol) 프로토콜을 사용하는 AES(Advanced Encryption Standard) 암호화 알고리즘을 통해 기밀성과 메시지 무결성을 제공하며 인증 및 키 교환은 권고안 ITU-T X.1035를 따름 또한 스마트그리드와 관련하여 ITU-T G계열 권고안은 다음과 같은 경우에 사용이 가능하다.
- 광대역 인터넷 통신 또는 AMI 시스템을 통한 유틸리티 기반 수요 대응 프로그램
- 비용을 최소화하기 위한 원격문제 해결
- 사용량에 따라 사용자에게 보상하는 실시간 수요 대응시스템 지원
- 전력사용량이 가장 높은 기간에 전력소비를 줄이는 유연한 제품 제어

5. 스마트 미터링

개방형 계량 시스템 표준인 OMS(Open Metering System)는 독일가스수도산업협회와 독일전자전기산업

연합회 등이 각 가정과 기업의 전력 에너지, 가스, 물 사용량 데이터를 수집하기 위해 공동개발한 표준이다 [10]. 이 표준은 계량기에서 수도회사의 백오피스 시스템까지 안전한 데이터 전송방법을 명시하고 있으며, MCU(Multi Utility Communication device)를 계량기에 통합하여 원격계량기관리 백오피스 시스템과 계량 장치 간 지능형 데이터 집신기로 사용 가능하다. MUC 장치와 원격계량기 관리 백오피스(수도/전력 회사) 간 통신은 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)에 기반하며 통신 백본은 DSL(Digital Subscriber Line(ITU-T G.990 시리즈)), 전력선 통신 또는 GPRS(General Packet Radio Service) 무선 네트워크 등과 같은 기술에 기반하고 있다. 데이터 보호 및 보안문제와 관련해서는 AES 128 비트 암호화 표준을 사용해 소비자 정보를 보호하여 계량기 데이터 무단검침을 방지하고 수도회사의 안전성과 데이터 무결성을 보장하고 있다[11].

6. 공간정보

GIS(Geographic Information System) 기술은 다양한 정보자원과 기관의 지리정보를 분석 및 통합할 수 있는 상호운용성을 갖춰야 하며, 표준은 새로운 수자원 및 급배수관망 시스템관리에 사용 가능하다. 개방형 지리공간 컨소시엄인 OGC(Open GIS Consortium)는 지리공간 콘텐츠와 위치기반 서비스의 표준개발을 지원하는 사실상(De-facto) 국제 표준화 단체로 OGC 표준 규격은 인터페이스와 인코딩을 상세히 기술하고 있으며 OGC의 XML(eXtensible Markup Language) 기반지리 생성 언어인 GML(Geography Markup Language)는 ISO (International Standardization Organization) 표준(ISO 19136:2007)으로 제정되어 있다.

OGC의 지리공간 포털 참조 아키텍처(Geospatial Portal Reference Architecture)는 다음과 같은 공간 데

이터 인프라의 설계/구현을 위한 개방형 포털 기반을 제공한다[12].

- 서비스 지향 아키텍처(SOA: Service Oriented Architecture)에 기반
- 친환경사회 구축을 돕고 실상황 시뮬레이션과 가시화를 지원하는 정보모델 구축을 통해 문제를 보다 정확하게 파악할 수 있도록 지원함으로써 전자정부, 국가 공간 데이터 인프라, 지능형 빌딩 등 다양한 분야에 사용
- 종류가 다른 지리 정보 콘텐츠를 교환하고 WWW (World Wide Web)를 통해 다양한 종류의 공간정보 서비스를 공유할 수 있는 지리정보 처리 상호운용성을 보장

ISO TC(Technical Committee) 211은 공간정보 관련 공식 표준화기구으로써 ISO 19115 표준은 메타데이터를, ISO TS 19139는 메타데이터의 XML 인코딩을 정의하여 다음의 사항들을 지원한다.

- 공간 데이터의 메타데이터 구성 및 관리 지원
- 사용자가 기본 특징을 파악하여 가장 효율적인 방식으로 공간 데이터를 적용하도록 지원
- 데이터 발견, 검색 및 재사용 지원 사용자가 보다 효율적으로 공간 데이터의 위치를 설정, 액세스, 평가 및 활용할 수 있도록 지원
- 저장 중인 공간 데이터가 사용자에게 유용한 정보인지 확인

그 외에 ISO 19111(좌표에 의한 공간 참조), ISO 19112(지리 식별자에 의한 공간 참조), ISO 19107(공간 스키마), ISO 19156(관측 및 측정) 등과 같은 다양한 ISO 표준이 GIS 구현에 사용된다.

7. 시맨틱 센서 웹

시맨틱 센서 웹 표준화를 위해 OGC와 W3C(World Wide Web Consortium)는 센서 네트워크에서 표준화된

통신과 API(Application Programming Interface)가 부족한 문제를 해결하기 위한 노력을 기울이고 있다. OGC는 센서 데이터 모델 등 웹을 통한 센서 접근 및 제어 위한 센서 웹 서비스와 관련된 다수의 규격을 개발하고 있으며, W3C의 시맨틱 웹은 온톨로지를 이용하여 컴퓨터가 데이터 콘텐츠를 보다 효율적으로 사용할 수 있도록 지원하는 표준화된 프레임워크를 제공한다[13].

센서 네트워크는 OGC와 W3C의 표준을 적용하고, 통신용 웹을 사용하여 시맨틱 기반의 연역적 추론 및 질의 처리 프레임워크를 구현함으로써 향후 다양한 분야에 응용 가능하다.

8. WaterML

수자원 관측 데이터는 수자원 정보시스템의 핵심요소로, 수자원의 가용성, 상태, 사용 등에 대한 정확한 모니터링, 평가, 예측이 그 어느 때보다 중요하다. 따라서 수자원 관리당국, 기상청 및 기타 환경 이해관계자들이 데이터를 손쉽게 공유할 수 있도록 관련 정보에 대한 표준화가 필수적이다.

수문학 발전을 위한 대학 협의회프로젝트인 CUAHSI(The Consortium of Universities for the Advancement of Hydrologic Science, Inc.) 프로젝트는 2005년부터 미국 지질조사국 국가수자원정보시스템과 미국 환경보호국의 수질 데이터베이스를 포함한 대규모 데이터 저장소에 액세스할 수 있는 다양한 웹 서비스를 개발했다. CUAHSI는 SOAP(Simple Object Access Protocol) 프로토콜을 통해 온라인으로 수문 관측 정보를 손쉽게 검색할 수 있도록 지원하는 웹 서비스로서 다양한 데이터에 접근하고 각각의 고유한 방식으로 개발된 서비스를 서로 연결해야 하기 때문에 확장성이 부족했다. 수문 데이터 접근 시스템으로 통합되어야 하는 데이터 스트림의 종류와 수가 늘어남에 따라 관측 현장에서 수자원 정보에 보다 체계적으로 접근가능한 WaterML이 개발되었다.

2010년 OGC는 WMO와 공간정보 표준개발 및 사용을 촉진을 위한 MOU를 체결, 수문 데이터세트 표준화 작업을 수행하여 CUAHSI의 초기 WaterML 규격을 GML에 따라 조정한 OGC WaterML2.0 Part1-Time-series를 개발했다. WaterML 2.0은 데이터 수집 및 보고과정을 간소화하기 위해 특정 위치에서 기후, 유량, 수질 등 일부 매개변수만 시계열로 관측하기 위한 XML 스키마로 사용 가능하다.

수자원 데이터 전송형식인 WDTF(Water Data Transfer Format) 표준 프로젝트는 호주 수자원 정보 연구개발 협력체인 WIRADA(Water Information Research and Development Alliance)의 핵심요소이다. 이 프로젝트의 목표는 호주 기상청이 기존 수자원 데이터 제공업체의 데이터를 받아 의사결정권자를 포함한 수자원 데이터 사용자에게 전달할 수 있도록 데이터 전송 표준 및 절차를 개발 및 정의하는 것이었다. WDTF는 OGC O&M(Observation and Measurements) 표준 데이터 인코딩 기반의 임시 데이터 인코딩 표준으로 호주 법령의 수자원 정보 교환 요건 및 규정과 밀접하게 관련된다. 현재 WDTF 2.0은 2014년에 배포하는 것으로 계획되어있다 [14].

IV. 결론

세계 인구증가 및 지속적 발전에 따라 에너지 사용이 폭발적으로 증가하고 이를 원인으로 온실가스 배출, 기후변화, 물 부족 스트레스로 이어지는 악순환이 점차 심화될 것으로 전망됨에 따라 이에 대한 대응에 관심이 높아지고 있는 현실이다. 이와 같은 물 문제에 대한 주요 대응 방안 중 하나가 ICT를 기반한 효율적 수자원 관리 기술인 스마트 워터 그리드라 할 수 있다.

본 논문에서 스마트 워터 그리드를 간략히 소개하고, 관련 기술의 기술개발 및 표준화 동향에 대해서 소개했다. 다만 지면의 한계로 인해 ISO TC 147(수질관리),

TC 224(음용수 공급 및 폐수처리 시스템 관련 표준화), TC 282(수자원 재사용)등 많은 관련 기술들을 다루지 못했지만 본 논문에서 소개한 내용을 기반으로 스마트 워터 그리드와 유사성이 있는 스마트 파워 그리드의 기술을 포함한 다양한 관련 기술의 정보 및 표준화 동향을 파악하여 향후 연구를 추진하는데 조금이나마 도움이 되었기를 바란다.

약어 정리

AES	Advanced Encryption Standard
AMI	Advanced Metering Infra
API	Application Programming Interface
CCMP	CCM mode Protocol
DSL	Digital Subscriber Line
ESS	Energy Storage System
XML	eXtensible Markup Language
FSS	Fixed-Satellite Service
GPRS	General Packet Radio Service
GIS	Geographic Information System
GML	Geography Markup Language
ICT	Information and Communication Technology
ISO	International Standardization Organization
ITU	International Telecommunication Union
IP	Internet Protocol
JCA-HN	Joint Coordination Activity-Home Networking
MCU	Multi Utility Communication device
O&M	Observation and Measurements
OGC	Open GIS Consortium
OMS	Open Metering System
PAI	Population Action International
SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SG	Study Group
TC	Technical Committee
TSAG	Telecommunications Standardization Advisory Group

CUAHSI	The Consortium of Universities for the Advancement of Hydrologic Science, Inc.
TCP	Transmission Control Protocol
OCHA	UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs
WDTF	Water Data Transfer Format
WIRADA	Water Information Research and Development Alliance
WG	Working Group
WMO	World Meteorological Organization
WTSA	World Telecommunication Standardization Assembly
WWW	World Wide Web
W3C	World Wide Web Consortium

참고문헌

- [1] R. Cincotta, R. Engelman, and D. Anastasion, "The Security Demographic Population and Civil Conflict after the Cold War," Population Action International, Aug. 2003.
- [2] IPCC, "Climate Change and Water Technical Paper VI," 2008.
- [3] UNESCO, "World Water Development Report 4," UN-Water, 2012.
- [4] G. CHOI et al, "Smart Water Grid, the Future Water Industry," *Smart Water Grid International Conf.*, Nov. 12th.-14th. 2013.
- [5] ITU, "Focus Group on Smart Water Management," 2014.
<http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/swm/Pages/default.aspx>
- [6] WMO and ITU, "Use of Radio Spectrum for Meteorology: Weather, Water and Climate Monitoring and Prediction," 2008.
<http://www.itu.int/pub/R-HDB-45>
- [7] WMO, "Global Observing System," 2014.
<http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/GOS.html>
- [8] ITU, "ITU-R Recommendations."
<http://www.itu.int/pub/R-REC>
- [9] ITU, "ITU-T Recommendations."
<http://www.itu.int/pub/T-REC>

- [10] EE Times, "Industry associations agree on smart metering standard proposal," 2009.
http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1254469
- [11] P. M. Evjen, "Open Metering System," *Metering International*, no. 4, 2009, pp. 110-112.
- [12] L. C. Rose, "Geospatial Portal Reference Architecture," OpenGIS Discussion Paper, 2004.
- [13] A. Sheth et al, "Semantic Sensor Web," *IEEE Internet Comput.*, vol. 12, no. 4 , 2008, pp. 78-83.
- [14] Australian Government, "About WDTF," 2013.
<http://www.bom.gov.au/water/standards/wdtf/aboutWDTF.shtml>