

수문 모니터링을 위한 USN 서비스 모델 제안

Proposal of USN service model for hydrological monitoring

함대현*, 김유진**, 오정환***, 김남일****

Dae Heon Ham, Eu Gene Kim, Chung Whan Oh, Nam Il Kim

요 지

USN(Ubiquitous Sensor Network)은 어디든지 부착 가능한 센서와의 자동 교류를 통해 대상의 환경적 정보를 습득, 저장, 처리하여 지식, 정보 서비스를 언제, 어디서나, 누구에게나 제공하는 최신 네트워크이다. USN은 교통, 기상 그리고 환경 등의 공동 정보를 제공할 수 있는 차세대 국가적인 인프라로 개발될 것이다.

기존에 연구되고 있는 무선 네트워크가 높은 데이터 전송률 및 처리성을 기본으로 하는 컴퓨팅에 초점을 둔 반면에, 센서 네트워크는 강우량 감지와 같은 애플리케이션에서 대부분 짧은 시간 동안 적은 양의 전송만 수행하게 된다. 센서 네트워크는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 실현하기 위한 핵심 기술적 인프라라고 할 수 있다.

본 연구에서는 USN의 정의와 기초 기술에 대한 내용을 기술하고, 센서 네트워크를 위한 통신 기술, 고속 데이터 전송을 위한 광대역 통합망, 상황 인식 및 실시간 데이터 처리를 위한 미들웨어 등 USN 기반기술에 대하여 기술하였다. 또한 최근 서비스 및 기술의 개발, 표준화 동향을 분석함으로써 USN을 수문 정보 분야에 적용시킬 수 있는 방법들을 검토하였다. 더 나아가, 현존하는 USN 모델 사업 분석을 바탕으로 수자원분야에서의 기술적인 적용 가능성에 대해 검토해본다.

핵심용어 : USN, 수문 모니터링

1. 서 론

국내의 IT 인프라는 세계적인 수준으로 구축되어 있으며, USN 기술의 접목을 통하여 범국가적으로 편리성과 효율성을 증대시켜줄 것으로 기대된다. 선진국들은 식의약품 이력관리, 에너지 절약을 추구하는 'Green IT' 등 다양한 분야에 USN을 적용하고 있다. 우리나라 역시 시범사업 추진과 'u-IT 클러스터 지원센터' 등의 투자를 통해 경쟁력 확보를 위해 노력하고 있다.

USN 기술은 산업계, 과학계뿐만 아니라 광범위한 시장 세그먼트를 아우르는 사업 기회를 창출할 수 있게 한다. 다양한 USN 응용서비스에 대한 기술적인 실행 가능성은 연구되고 있지만, 아직까지 국내에서는 USN 응용서비스 시장 및 산업에서 기술 채택과 실용화는 지연되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 USN의 개념을 정리하고, USN 기술동향 및 기반 기술, 활용사례 등을 통하여 유비쿼터스사회 건설을 위한 핵심기술로 각광받고 있는 USN 기술의 수자원 분야에서의 활용 가능성을 검토하였다.

* 정회원 · (주)웹솔루스 시스템사업부 대리 · E-mail : dhham@websolus.co.kr
** 정회원 · (주)웹솔루스 시스템사업부 부장 · E-mail : icepc@websolus.co.kr
*** 정회원 · (주)웹솔루스 시스템사업부 사원 · E-mail : jhoh@websolus.co.kr
**** 정회원 · (주)웹솔루스 대표이사 · E-mail : utopia@websolus.co.kr

2. USN의 개념

최근 무선 통신 및 전자 기술의 발달로 저가, 저전력, 소형이면서 라디오 신호를 이용한 근거리 무선 통신이 가능한 스마트 센서가 일반적으로 배치될 것으로 기대된다. 센서 네트워크에서 각 노드는 음파, 지진, 적외선, 정지/이동 등 다양한 센서들로 이뤄지며 이러한 노드들은 특정 지역에 집단적으로 네트워크를 구성하게 되는데, 이를 센서 네트워크라고 한다.

그림 1의 USN 네트워크의 개념적 구성도에서 보는 바와 같이 USN은 다양한 센서 네트워크의 조합으로 구성된다. 이러한 센서 네트워크는 그 수집 대상 정보 측면에서 구별되며 지리적으로 분산되어 배치된다. 각 센서 네트워크는 글로벌 네트워크에 독립된 네트워크로 존재하는 것이 아니라 글로벌 네트워크, 즉 BcN에 연동되어 글로벌 응용 서비스의 구현을 위한 하부 인프라를 구성한다. 즉, 센서 네트워크와 RFID 등 유사 네트워크는 네트워크 필드 내에서 외부와 연결되는 리더기(reader)나 싱크노드(sink node)가 존재하여 데이터를 수집하여 게이트웨이(gateway)를 통해 외부 네트워크로 전달된다.

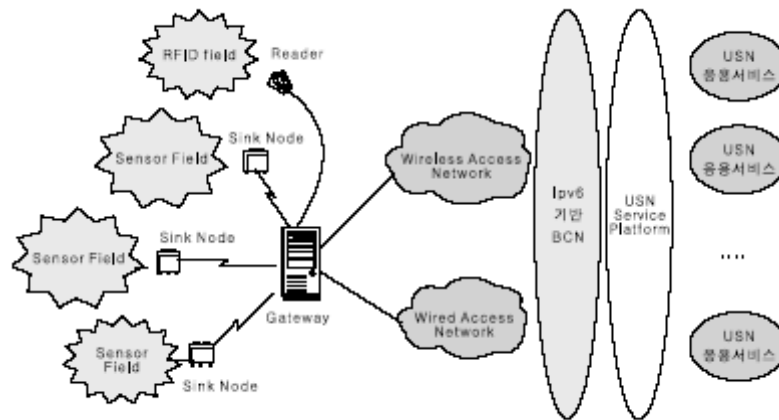


그림 1. USN 네트워크 구성 개념(출처 : ETRI)

게이트웨이는 하위구조로 포함하는 센서 네트워크 필드에서 수집된 데이터를 액세스 네트워크(access network)를 통해 관리자에게 전달한다. 액세스 네트워크로는 무선랜(Wireless LAN)이나 위성통신, 유선 통신망 등의 기존에 구축되어 있는 인터넷 인프라가 이용된다. 이상과 같이 다양한 센서 네트워크는 IPv6 기술을 통해 BcN으로 연결되어 차세대 네트워크의 기반을 구성을 한다.

한편 센서 네트워크 상단에는 물류, 유통, 환경 정보 탐색 등 센서 네트워크의 응용을 위한 서비스 플랫폼이 제공된다. 이 서비스 플랫폼은 USN 미들웨어 형태로 존재 할 수 있으며 응용 서비스를 위한 인터페이스를 제공한다. 따라서 USN 응용서비스는 센서 네트워크와 연동하여 센서 데이터를 입력받아 센서정보를 활용하여 사용자에게 다양한 기능을 제공한다.

3. 적용사례

USN 기술은 환경과 상황의 자동 인지를 통해 사용자에게 최적의 서비스를 가능하게 하는 기술로 산업계, 과학계 등 다양한 분야의 인프라로써 자리잡게 될 것이다. 다양한 USN 응용서비스에 대한 기술적인 실행 가능성에 대해 국내외에서 연구되고 있으며, 우리나라에서도 USN 기술 선점을 위하여 다방면으로 노력하고 있다.

동부정보기술에서는 농산물 품질 향상을 위한 USN 기반 재배 환경 모니터링 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 USN 기술을 농작물 재배 환경에 적용함으로써 u-Farm 비즈니스 모델을 발굴하고, 현장 시험을 통하여 이를 검증하였다. 농산물의 환경 정보를 실시간으로 측정하여 중앙 데이터베이스에 저장하고, 이를 이용해서 최적의 성장 환경을 고찰하였다. 이를 위해 비닐하우스 3개동(양배추 2개동과 멜론/수박 1개동)에서 센서 네트워크를 구축하였다. 그리고 중앙 관리 시스템의 서버와 무선 LAN으로 연결하고, 외부로는 ADSL을 이용하여 네트워크를 설치하였다. 센서 네트워크에서는 온도/습도/조도의 데이터를 수집하고, 농작물과 비닐하우스의 상황 정보를 실시간으로 서버의 데이터베이스에 저장한다. 이를 바탕으로 인터넷상의 웹 서비스를 통해 실시간 환경 정보를 제공할 수 있었다. 더불어 센서 네트워크로부터 받은 정보를 활용하여 조도를 제어하고, 비닐하우스의 문을 자동으로 개폐할 수 있도록 하였다. 이를 통하여 농가에서는 농작물을 체계적으로 관리하여 생산성을 향상하고, 고부가가치의 농산물이 생산 가능하다.

(주)케이एम아이와 한국건설기술연구원에서는 건설 현장의 콘크리트 구조물 양생 이력 검사를 위해 USN을 적용하였다. 이 시스템에서는 건설 현장에서 일정시간 간격으로 온도, 습도 및 변형률 등을 측정한 데이터를 기초로 작업 상황 및 차후 일정을 결정할 수 있도록 센서 네트워크를 이용하여 실시간 건설현장 구조물 양생이력을 파악한다. 이 정보를 바탕으로 현장에 설치한 열풍기와 스프링클러 등의 외부 기기를 통해 자동으로 구조물의 주변의 온도를 올려주거나 습도 조건을 변화시켜 최적의 양생 환경을 제공하여 구조물의 내구성을 보장한다. 구조물에 온도, 습도, 스트레스 센서 등을 각각 설치하여 수집된 데이터를 현장에서 총괄 저장하여 현장 제어용 데이터로 사용하고 CDMA 모뎀을 통해 원격지에 위치한 관리자에게 전송한다.

(주)에스윈에서는 USN 기반의 불국사 문화재 관리 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 불국사 및 소장 국보급 문화재 보호를 위해 USN 기술을 이용하여 필요한 정보를 실시간 수집·분석함으로써 화재 및 손상유무(부식, 균열)를 사전에 파악하고 예방한다. 이를 위해 불국사 주변에 화재감지센서를 설치하여 조기 화재를 발견하고, 대응전 등에 온도, 습도, 기압, CO센서 등을 설치하여 화재요인을 사전에 감지하였다. 아울러 이상발생시 카메라로 촬영한 해당지역 영상정보를 경찰서 등에 전송하여 신속하게 산불이나 화재에 대처할 수 있도록 하였다. 이 시스템은 USN 기술을 이용하여 새로운 문화재 관리모델을 제공하여 주요 문화재 손상 요인인 온도, 습도, 기압, 조도 등의 안전관리 데이터 표준을 마련하였으며, 전국 사찰이나 박물관 등 중요 문화재 훼손 관리를 위한 통합시스템을 구축할 수 있도록 지원하고 있다.

4. 상하수도분야 USN 적용 방안

수문정보 모니터링에 활용될 수 있는 USN 서비스는 기상, 해양, 식수원 관리 등 그 범위의 경계를 단정지을 수 없을만큼 광범위하다. 2006년 정보통신부와 한국정보사회진흥원이 추진한 USN 현장시험에서는 상하수도 관제시스템 등을 통하여 유비쿼터스 서비스 모델에 대한 타당성을 검증하였다. 현장시험은 인천경제자유구역(IFEZ) 송도지구 내 해양경찰청~송도2교 구간에서 수행하였

으며 실험내용 및 실험방법은 다음의 표와 같다.

<표 2> 상수도 분야 실험 항목의 분류

실험항목	실험내용	실험방법
수압 측정	상수도관로 내 상수의 압력을 측정	(1) 상수도관에 압력센서 설치 (2) 설치장소 : 송도 인천경제자유구역청 가. 드림시티 건물 앞 상수도관 맨홀 나. 파리바게트 건물 앞 상수도관 맨홀 다. 송도 2교 우측 상수도관 맨홀
데이터 전송	(1) 센서노드에서 라우터로 전송되는 data를 측정장비로 checking (2) 압력센서로부터 측정된 압력데이터를 Zigbee 무선 통신을 통해 U-Pole을 거쳐 관제센터로 전송	(1) 해당 수행 장소에서 노트북에 연결된 측정장비를 이용하여 센서노드에서 라우터로 전송되는 data checking (2) 맨홀과 가장 가까운 가로등에 현장제어반을 설치하고 압력센서와 연결된 압력데이터 전송기와 Zigbee 통신모듈을 각기 설치하여 연결하고 압력데이터를 전송
모니터링	현장 계측기로부터 측정된 내용을 관망도 상에서 조회	(1) 해당 용역 수행 장소의 수압데이터를 획득하여 계측된 데이터를 화면상에 표출
데이터 분석	압력 패턴에 의한 수용가 패턴분석	(1) 압력 패턴 분석 (2) 수용가 패턴 분석에 의한 예외사항 도출

<표 3> 하수도 분야 실험 항목의 분류

실험항목	실험내용	실험방법
유량, 수질 측정	하수관거 내 흘러가는 수위, 유속, 유량, 수질을 측정	(1) 유량계의 센서와 pH계 센서를 하수관거 내에 설치 (2) 설치 장소 : 송도 인천경제자유구역청 내 드림시티 건물 앞 하수맨홀
데이터 전송	(1) 센서노드에서 라우터로 전송되는 data를 측정장비로 checking (2) 센서로부터 측정된 계측값을 Zigbee 무선 통신을 통해 U-Pole을 거쳐 관제센터로 전송	(1) 해당 수행 장소에서 노트북에 연결된 측정장비를 이용하여 센서노드에서 라우터로 전송되는 data checking (2) 맨홀과 가장 가까운 가로등에 현장제어반을 설치하고 센서와 연결된 변환계를 그 안에 거치한 후 그 변환계에 Zigbee 통신장치를 연결하여 데이터를 전송
모니터링	현장 계측기로부터 측정된 내용을 관망도 상에서 조회	(1) 해당 용역 수행 장소의 하수관망도를 획득하여 GIS 기반의 모니터링 체계를 구축한 후 계측된 데이터를 화면상에 표출
데이터 분석	유량 및 수질 패턴을 분석하고 관거부실도 판정을 위해 I/I 분석	(1) 유량 및 수질의 패턴을 분석 (2) 관망 해석 등의 기술을 통해 하수관거의 부실도를 판정

5. 결 론

본 연구에서는 USN의 기술을 정리하고 다양한 서비스 모델을 검토함으로써 수자원 분야에서 우선 적용할 수 있는 현실적이고 경제성 있는 USN 서비스 모델을 발굴하고 단계적으로 USN 서비스를 도입하기 위한 방안을 제시하고자 하였다.

USN 서비스는 기술집약적이고, 광범위한 네트워크 기반의 산업이므로 공공부문의 서비스 분야에서 USN 기술을 이용한 서비스 모델을 개발하고 관련된 기술이 시연된다면 USN의 산업적 파급효과를 제고할 수 있을 것이다. '실시간', '이력관리'라는 USN의 특성상 재난관리 및 예방과 같은 공공분야 적용 시 그 효과를 극대화시킬 수 있다. 특히 넓은 지역에 대해 연속적인 데이터를 모니터링 해야 하는 수문 분야에서는 기존 시스템의 획기적인 변화를 가져올 것으로 기대된다. 특히, USN 기술의 초기 문제점이었던 높은 Tag 가격, 기술의 안정성 문제가 점차 해결됨에 따라 적용범위는 점차 확대될 것으로 예상된다.

현재 모니터링 자료를 유관기관에 제공할 경우 데이터 호환성이 미흡하여 분석·가공을 거친 고급정보를 주기 어렵고, 단순 동영상이나 기초 데이터 수준에서 제공하는 등의 문제가 있다. USN의 현장 활용사례를 분석한 결과 USN의 수자원 분야 도입을 위해서는 정부기관 및 관련기업들이 해결해야 할 다음과 같은 문제점들이 있다.

- 외부 노출로 인한 장비 보호 방안 및 교량 등 시설물 건축 시 공간을 확보하여 센서 부착이 용이하도록 하는 제도적 근거 마련이 필요하다.
- 일부 센서와 인터넷 망과의 거리가 먼 경우에는 지속적인 통신비 부담이 발생하므로 재난·안전 분야의 공공성을 고려해 정부 지원책이 필요하다.
- 재난 발생 시 유기적인 대응을 위해 관련기관과의 데이터 공유 및 시스템 연계를 위한 표준화 및 시스템 구축 지침을 마련할 필요가 있다.
- USN 응용서비스 모델 확산을 위한 센서 장비에 대한 규격화와 인증을 추진할 필요가 있다.

향후에는 본 연구의 검토 결과를 바탕으로 USN의 수자원 분야 적용 시스템 도입을 통해 프로세스 혁신을 유도하고 국가 경쟁력 및 대국민 서비스의 질을 개선할 수 있도록 하여야 할 것이다. 이를 위해서는 USN의 지속적인 기술투자 뿐만아니라, 관련시스템 연계, 표준화, 유관 기관간의 협력 등 관련 전문가들의 지속적인 관심이 필요하다. 수자원 분야의 유비쿼터스 시스템 도입은 수문자료 관리, 재난대응 및 예방 시스템에 혁신적인 프로세스 개선을 통하여 효율적이고 체계적인 차세대 인프라 구축을 유도할 수 있을 것이다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 : 1-6-3)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 한국인터넷진흥원(2005). USN 기반 환경정보 검색시스템 선도 연구
2. 한국정보사회진흥원(2006). 공공부문 USN 도입방안에 관한 연구
3. 한국정보사회진흥원(2007). 2006년 USN 현장시험 결과보고서