

지하시설물용 센서 네트워크를 위한 에너지 획득 장치

Energy Harvesting System for Underground Facility Sensor

권 영 민*, 이 형 수**
 Youngmin Kwon, Hyung Su Lee

Abstract

In this paper, we introduce UFSN(Underground Facility Sensor Network) in order to build the intelligent management system for the underground facility and drainage in convergence with ubiquitous technologies and propose the energy harvesting system for UFSN

Keywords : ubiquitous sensor network, wireless sensor network, UFSN, energy harvesting System

I. 서 론

본 논문은 7대 지하시설물의 지능화를 위한 지하시설물용 USN(Ubiquitous Sensor Network)인 UFSN(Underground Facility Sensor) 기술에 관한 연구이다. 최근 유비쿼터스 기술의 발전으로 인해 사회 기반시설의 지능화가 진행되고 있지만 7대 지하시설물에 대한 유지관리 기술은 상대적으로 낙후된 실정이다. UFSN 기술 연구는 UFSN 유량계, UFDA(Underground Facility Data Aggregator), UFSN 안전진단 센서 등의 주요 개발물과 지하시설물 적합 강성통신 기술, 저전력 초음파 센서기술, PHM(Pipeline Health Monitoring)기술 그리고 지하 환경에너지 획득 기술 등의 핵심 요소 기술 개발을 통해 지하시설물의 체계적, 과학적인 관리시스템을 구축하는데 목적이 있다. 본 논문에서는 UFSN 기술을 소개하고 지하 시설물 환경에 적합한 에너지 획득 시스템을 제안하였다.

II. UFSN(Underground Facility Sensor Network)

UFSN(Underground Facility Sensor Network)기술 연구는 낙후된 7대 지하시설물(상수도, 하수도, 가스, 통신, 전기, 송유관, 난방열과)의 지능화를 위해 USN (Ubiquitous Sensor Network)기술을 적용하여 UFSN 유량계, UFDA (Underground Facility Data Aggregator), USN 안전진단 센서를 의미한다. 그림 1은 지능형 맨홀 환경과 UFSN 연구의 주요 Object들이다. 액체형 UFSN 유량계는 기존 상수도 유량계에 USN 기술 융합을 통해 배터리 동작을 기본으로 하며 IEEE 802.15.4a 통신을 지원한다. 그리고 최근 급속히 발전하고 있는 디지털 신호 처리 기술을 활용한 불확도 낮은 저전력 초음파 센서를 적용하였다.

UFDA는 지하시설물 환경에 특화된 데이터 수집 장치로 주요 적용 기술은 지하 환경 강성 통신기술, 저전력 USN

접수일자 : 2009년 8월 04일
 최종완료 : 2009년 8월 04일
 *전자부품연구원
 교신저자, E-mail : youngminy@keti.re.kr



그림 1. UFSN(Underground Facility Sensor Network)

게이트웨이 기술이다. 지하 환경은 노이즈로 인한 신호 감쇠 효과가 심각하여 기존의 무선 PAN 통신 기술로는 원하는 성능을 구현하기 쉽지 않기 때문에 IEEE 802.15.4a 기술인 CSS(Chirp Spread Spectrum)을 기반으로한 신뢰성 보장 강성통신으로 지하시설물 환경에서의 고감도 고성능 통신을 보장한다.

그림2와 같은 UFSN 네트워크 모델을 구현하여 센서들간의 상호 정보 협업을 통해 정보의 자율 성장이 가능한 AI적인 자율 대응 모니터링 체계를 구축 한다.

UFSN 모니터링 시스템은 그림3과 같이 상수도의 유량, 유속, 압력, 온도, 상태 데이터의 관리를 통해 시설물의 상태 및 위험 상황을 진단하고 능동적으로 대처 할 수 있다.

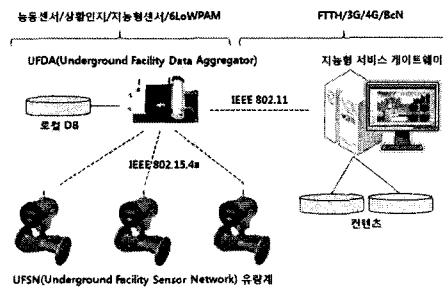


그림 2. UFSN Network Topology

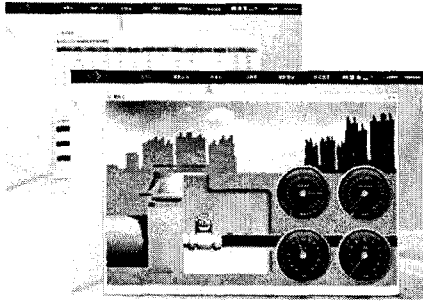


그림 3. UFSN 모니터링 시스템

III. Energy Harvesting System

UFSN은 지하시설물과 USN의 융합기술로써 적용성과 활용성이 높은 것이 특징이다. 하지만 저전력 무선통신을 기반으로 하는 UFSN은 에너지의 문제를 가지고 있으며 이를 극복하기 위해서는 배터리를 보완 대체하는 기술이 필요하다.

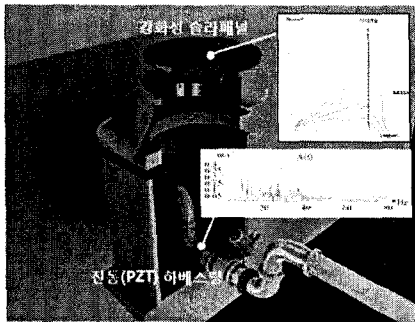


그림 4. UFSN Energy Harvesting System

그림 4는 지하 맨홀 환경에서 획득 가능한 주요 에너지 원으로 지상의 맨홀 덮개를 이용한 태양 에너지와 배관진동에 의한 진동에너지이다. 태양에너지의 경우 태양 전지의 비선형적인 P-V 특성으로 인해 MPPT(Maximum Power Point Tracking)와 같은 제어 알고리즘이 필요하고 PZT(Piezoelectric) 센서를 통해 얻어지는 진동 에너지의 경우는 낮은 전류와 높은 전압으로 인해 효율적 충전 시스템이 필요하다.

그림 5는 본 논문에서 제안하는 에너지 하베스팅 시스템의 구조이다. 지하 환경에 적합한 에너지 획득을 위한

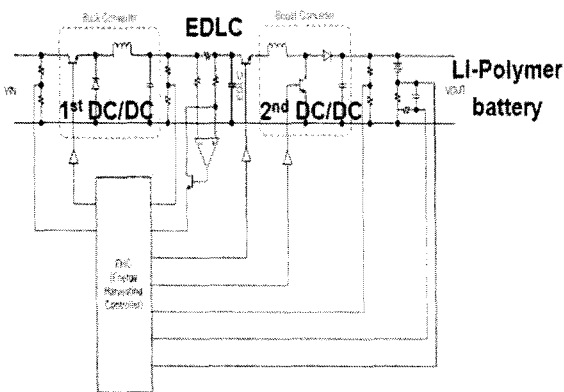


그림 5. Energy Harvesting System 구조

에너지 획득 시스템의 구조적 특징을 보여준다. 1차, 2차 에너지 저장 장치로 EDLC(Electric double-layer capacitor)와 리튬 폴리머 전지를 사용함으로써 변화가 심한 환경에너지를 효과적이고 고밀도로 저장할 수 있다. 1,2차 에너지 저장장치를 효율적으로 제어하기 위해 두 개의 DC/DC 컨버터를 독립적으로 제어하는 것이 제안된 지하 시설물용 에너지 획득 장치의 구조적 특징이다.

VI. 결 론

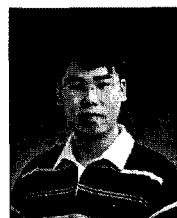
본 논문은 지하시설물과 USN 기술을 융합한 UFSN 기술에 대해 소개하고 지하 환경에 적합한 에너지 획득 시스템을 제안하였다. 본 연구는 효율적이고 능동적인 지하 시설물 관리 시스템 구축을 위해 활용될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

[참고 문헌]

- [1] Takamoto, M. et al, 2001, "New Measurement Method for Very Low Liquid Flow Rate Using Ultrasound," Flow Measurement and Instrumentation, 12, pp. 267~273
- [2] IEEE Computer Society, "Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)," IEEE 802.15.4 Specification, 2006.
- [3] G. Motenogro, N. Kushalnagar, J. Hui, D. Culler, "Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks," RFC 4944, 2007



권영민

2002년 영남대학교 전자공학과 졸업
 2004년 영남대학교 전자공학과(공학석사)
 2004년~현재 전자부품연구원 선임연구원
 <관심분야> Sensor Network, VLSI
 <e-mail> youngminy@keti.re.kr



이형수

1989년 한양대학교 전자공학과 졸업
 2000년 아주대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2006년 성균관대학교 전기전자컴퓨터(공학박사)
 1997년~현재 전자부품연구원 RFID/USN 융합 연구센터 센터장
 <관심분야> 센서네트워크, RFID, Green IT
 <e-mail> hslee@keti.re.kr