

UFSN 지하시설물관리시스템 미들웨어 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Middleware using UFSN Underground Facility Management System

권혁중*, 임형창, 김원균, 오윤석**, 남상관
 HyukJong Kwon*, HyungChang Lim, WonKyun Kim, .
 YoonSeuk Oh**, SangKwan Nam
 * (주)웨이버스 솔루션부문
 {hjkwon*, hclim, kimwk}@wavus.co.kr
 ** 한국건설기술연구원 유비쿼터스국토연구실
 {griffey**, ysoh}@kict.re.kr

요약

UFSN 지하시설물관리시스템에서 유량, 유속, 압력, 진동 등의 센서 정보를 실시간으로 모니터링 하기 위해서는 미들웨어의 기능과 설계가 중요하다. 본 논문에서는 UFSN 지하시설물관리시스템 미들웨어의 센싱 데이터의 오류 데이터를 분류하기 위한 방안에 대한 연구를 수행하였다. 센싱 데이터 인터페이스를 정의하였고, 테스트를 위한 게이트웨이와 UFSN 지하시설물관리시스템을 개발하여 미들웨어 테스트를 수행하였다.

1. 서론

UFSN 환경구축에는 최신 GIS 기술과 USN 기술을 토대로 도시 지상·지하시설물 모니터링 기술을 개발, 시설물 안정성을 확보하고 도시공간정보 통합플랫폼을 개발해 타 정보와 연계 및 활용하는 기반이 마련되어야 한다.

특히 실제 계측하기 어려운 지하시설물을 위한 실시간 관리시스템에 대한 수요가 대두되고 있는 시점에서 센서 데이터의 효율적인 센싱 데이터의 오류검증과 저장은 매우 중요하다. 본 연구에서는 이러한 기능을 가지는 미들웨어를 개발하는 방안을 제시하고자 한다.

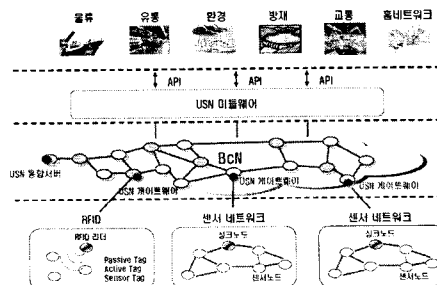
2. 연구개요

2.1. USN

USN(Ubiquitous Sensor Network)란 “필요한 모든 곳(것)에 전자 (RFID) 태그를 부착하고 이를 통하여 사물의 인식정

보는 물론 주변의 환경정보까지 탐지하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것”을 의미한다.

USN은 인간의 생활공간, 생활기기, 기계 등 모든 사물에 컴퓨팅 기능과 네트워크 기능을 부여하여, 환경과 상황의 자동인지를 통해 인간에게 최적의 기능을 제공함으로써 인간 생활의 편리성과 안전성을 고도화한다.



[그림 1] USN 구조(출처:NIA)

USN의 구조는 센서 영역, 게이트웨이,

외부네트워크로 구분된다. 센서영역은 센서가 부착되어 있어 감지가 가능하고 감지된 정보를 가공할 수 있는 프로세서가 달려 있다. 센서에서 수집된 데이터는 가까운 Sink 노드로 전송된다. 게이트웨이는 센서 영역에서 수집된 데이터를 외부 네트워크와 연결하는 기능을 수행한다. 게이트웨이에서 관리자에게 전달되는 데이터는 위성통신, 유무선 인터넷 등을 사용할 수 있다. 기존의 네트워크는 송신자와 수신자간에 의사소통을 위한 정보 전송의 수단이었다면, USN은 제품 및 환경정보를 수집하기 위한 목적을 갖는다.

USN 기술은 센서 영역을 구성하는 센서 노드 기술과 센서 영역을 유무선망과 접속하는 연동(Gateway) 기술, 센서 네트워크 기술, 보안 기술 그리고 응용을 위한 미들웨어 기술로 나눌 수 있다.

센서노드는 센싱된 정보 또는 센서에 관련된 특정 이벤트를 유무선 통신 기술 기반으로 하여 전달하거나 컴퓨팅을 수행하는 센서, 프로세서, 통신소자, 전지 등으로 구성되는 시스템으로 데이터 처리, 통신경로 설정 등을 수행한다.

센서노드는 온도, 조도, 위치, 유량 등을 센싱하는 단일센서노드와 온도, 조도, 유량 등의 센서가 복합된 형태의 복합센서노드로 구분된다.

센서네트워크는 브로드캐스트 방식의 통신 기반으로 인접한 노드들이 유사한 데이터를 모아서 전송한다. USN은 제한된 전력, 연산 능력, 메모리 제한 등의 제한이 있다.

USN 게이트웨이는 액세스할 수 있는 다양한 네트워크(LAN, WLAN, CDMA, Wi Bro, Wimax, Satellite 등)를 통하여 USN 서비스를 제공할 수 있도록 IP 기반 네트워크와 센서 네트워크 사이에 존재하는 연계 시스템이다. USN 게이트웨이에 싱크 노드가 구현되기도 한다.

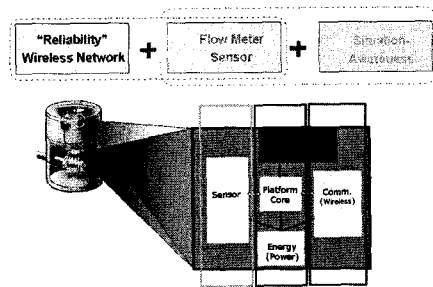
USN 미들웨어는 이기종 센서 네트워크로부터 수집한 센싱 데이터를 필터링, 통합, 분석하여 의미있는 상황정보를 추출, 저장, 관리, 검색하고 응용서비스로 전달 및 서비스간 연계, 통합하는 역할을 담당

한다.

2.2. UFSN

UFSN(Underground Facility Sensor Network)은 USN과 센서, 그리고 지하시설물 지능화를 총칭한다. 저전력으로 운용되는 센서의 자가진단, 자가구성을 근간으로 지하시설물의 고도 지능화를 목표로 하고 있다.

UFSN의 필요 핵심기술은 초절전 센싱 기술, 에너지 획득 기술, 산업용 무선표준, 강성 통신 기술 등이다.



[그림 2] UFSN architecture

초절전 센싱기술은 배관 구조물의 유량 특성에 적합한 저전력 센서 및 제어 기술을 확보하여 정확한 유체/기체의 특성을 획득한다. 에너지 획득 기술은 UFSN 플랫폼의 에너지 획득을 위한 태양열, 진동 등을 활용한 energy harvesting 기술을 확보하고, 3년 이상의 플랫폼 동작 시간을 보장한다. 산업용 무선표준은 산업용 계측 장비에 적용 가능한 ISA100, IP-USN과 같은 sensing용 무선 표준이다. 강성 통신 기술은 지하구조물에서는 기존의 통신 기술의 적용이 어렵기 때문에 CSS, GFSK 기반의 새로운 저전력 강성 통신 기술을 확보한다.

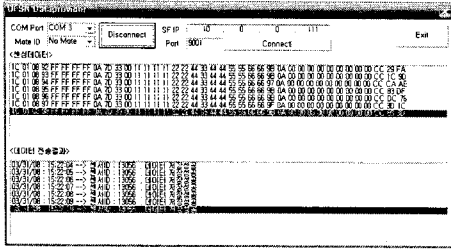
UFSN은 이런 핵심 기술들의 구현 및 적용으로 지하시설물의 고도화, 지능화를 목표로 하고 있다.

2.3. UFSN 미들웨어

UFSN 미들웨어는 게이트웨이에서 보내준 데이터를 지하시설물에 부착된 UFSN 센서들의 정보를 통합, 분류하여 저장한

다.

지하시설물중 상수관에 설치하여 유량의 정보 등을 센싱하는 UFSN 유량 센서 네트워크로부터 보내오는 센싱정보를 변환하여 미들웨어로 전송하는 게이트웨이와의 통신은 소켓을 사용한다.[그림 3]



[그림 3] UFSN 게이트웨이

이때 사용되는 인터페이스는 유량 센서에서 보내주는 40byte의 데이터를 각각의 미 있는 항목으로 분해하여 XML 포맷으로 변경한다. [그림 4]는 유량 센서의 데이터를 전송하기 위한 XML 포맷이다. 이 포맷에는 순간유량, 순간유속, 적산유량, 압력, 배터리 상태 등의 정보를 담고 있다.

센서가 보내주는 데이터를 유효값 안에 들어가는 데이터와 유효값 밖에 들어가는 데이터로 구분하여 저장하여야 한다. 유효값 밖의 데이터는 대부분 센서의 오작동이나 기타 다른 문제를 안고 있기 때문에 센서의 점검 등을 위해 구분하여 DB에 저장하여야 한다.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<sensor Command="flow">
  <sensorInfo>
    <IP>192.168.0.40</IP>
    <NODE>00002</NODE>
    <ID>11112</ID>
  </sensorInfo>
  <sensorData>
    <CumFlow>2863</CumFlow>
    <InsFlow>8738</InsFlow>
    <Val>23546</Val>
    <Pres>46</Pres>
    <Temp>20</Temp>
    <diag>1</diag>
  </sensorData>
  <Power>
    <Warning>4312</Warning>
    <Volt>346</Volt>
    <Current>7325</Current>
    <Timestamp>08-05-22</Timestamp>
    <Residual>3548</Residual>
  </Power>
</sensor>
```

[그림 4] XML 포맷

UFSN 미들웨어는 센서가 센싱한 데이

터의 유효값을 체크하기 위해 해당 센서의 정보를 DB 서버의 센서 정보 테이블에서 조회하여야 한다. 센서가 센싱하는 데이터의 유효값을 확인하기 위해 해당 센서의 종류와 유효값을 DB 서버로 요청을 하게되는데 이때 발생하는 오버헤드를 줄이기 위해서 전체 센서의 정보를 미들웨어 메모리안에 센서들의 유효값을 테이블 형태로 가지고 있어야 한다. [그림 5]는 미들웨어가 가지는 센서의 정보를 DB 서버를 통해서 가져온 후 해쉬테이블로 생성한 것이다.

DB Table

SensorType	Item	Max	Min
Flow	CUMFLOW	999999999	100000000
Flow	INSFLOW	999999999	100000000
Vibro	CUMVIBRO	999999999	100000000

Hash Table

KEY	VALUE
FlowCUMFLOW	CriticalValue(999999999, 100000000)
FlowINSFLOW	CriticalValue(999999999, 100000000)
VibroCUMVIBRO	CriticalValue(999999999, 100000000)

[그림 5] DB 센서정보와 해쉬테이블 예



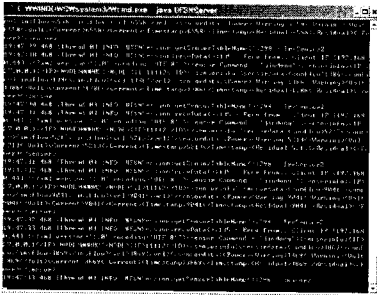
[그림 6] 미들웨어 흐름도

이 정보를 통해 실시간으로 수신하는 센서의 정보를 분류하여 허용되는 정상 범위의 데이터를 각각의 센서DB에 저장한다. 정상범위 외의 데이터는 센서의 오류로 간주하여 오류 로그를 생성하고 DB 서버의 오류 정보테이블에 저장한다. 이를

통해 정상 데이터와 비정상 또는 오류 데이터를 분류 할 수 있다.

그리고 XML 포맷의 무결성 검사를 수행하여야 한다. CRC Check를 통해서 통신장애나 기타 잡음으로 인한 데이터 손실은 게이트웨이로 재요청을 하여 다시 전송받아야 한다.

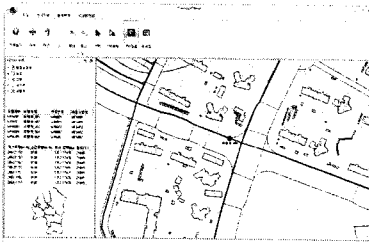
본 연구에서 개발한 UFSN 미들웨어는 Windows XP, MS-SQL 2005를 사용하여 JAVA 1.6으로 개발하였다. [그림 7]은 게이트웨이에서 보내주는 데이터를 수신하여 각각의 센서로 정보를 저장하는 본 연구에서 개발한 UFSN 미들웨어이다.



[그림 7] UFSN 미들웨어

UFSN 미들웨어는 DB 서버에 직접 접속하여 데이터를 저장한다. DB 서버는 지하시설물관리시스템 클라이언트도 같이 사용하기 때문에 시스템 자원의 상태를 고려하여 DB CONNECTION에 THREAD를 사용하여 기존 시스템의 사용에 큰 부하를 주지 않도록 하였다.

실시간으로 DB 서버에 들어온 데이터와 지하시설물관리시스템의 지도데이터와 속성 데이터를 연계하여 센서정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 시스템을 개발하여 미들웨어 테스트를 수행하였다.



[그림 8] UFSN 지하시설물관리 시스템

이 지하시설물관리 시스템은 GIS 도면에서 센서를 선택하면 해당 센서의 센싱 정보를 실시간으로 확인할 수 있다.

지하시설물관리시스템에서 센서 등록을 하여 DB 서버에 센서정보를 추가하였을 때 미들웨어는 새로운 종류의 센서의 분류 및 유효값 검사를 위해서 메모리에 있는 센서정보를 다시 갱신한다. [그림 7]은 센서정보를 추가하여 센서의 정보를 실시간으로 모니터링하는 지하시설물관리시스템이다.

3. 결론

본 연구에서는 UFSN 기반의 지하시설물관리시스템에 사용하는 미들웨어에 관한 연구를 하였다. 센싱 데이터 전송 포맷을 제안하였고, UFSN 센서의 유효값을 미들웨어에서 검증하는 방식에 관한 연구를 수행하였다. 전송 포맷의 정의를 통해 다양한 센서 데이터를 XML 포맷으로 변환하여 일관성있는 데이터 전송을 할 수 있었다. UFSN 미들웨어는 XML 데이터를 분석하여 센서가 보내오는 데이터 유효값 범위 밖의 데이터를 구분하여 지하시설물관리자에게 센서의 센싱 이상을 알려줄 수 있었다.

향후 연구진행은 본 논문에서 제안한 포맷의 확장과 미들웨어의 분석기능을 추가할 것이다. 지능형 가로등과 같은 u-City 관련 시설물에 미들웨어를 설치하여 지하시설물관리시스템을 시험 및 검증 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과 제의 연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] 이상진, (2005), USN(Ubiquitous Sensor Network)기술에 대한 연구, A Study on USN (Ubiquitous Sensor Network) Technology, 석사학위논문.

[2] 김희식, Odgerel Ayurzana. 박용만, 권종원, (2006), 디지털 원격 검침용 데이터 USN 시스템 개발, 한국 인터넷 정보학회, 제7권 제2호, pp. 67-71.

[3] 강이구, 정현석, 이준환, 현득창, 황성일, 송봉섭, 이상훈, 김영진, 오상익, 주송호, 이세창, (2006), 지능형 무선 센서네트워크 구현을 위한 USN/RFID 모듈의 설계 및 제작에 관한 연구, Design and Fabrication of USN/RFID Module for Intelligent Wireless Sensor Network, 전기전자재료학회논문지, 제19권 제3호, pp. 209-215.

[4] 건설교통부, 한국건설교통기술평가원, (2006), 지능형국토정보기술혁신사업세부 기획연구, '06지능형국토정보혁신사업 최종보고서.