

# u-방재 기술 구현을 위한 WSN 구축요소에 관한 연구

## A Study on the WSN Construction Factors for Implementation of U-Disaster Prevention

이석철\* · 전태건\*\* · 심혜인\*\*\* · 김창수\*\*\*\*

Lee, Seok Cheol · Jeon, Tae Gun · Sim, Hye In · Kim, Chang Soo

### Abstract

The Application Model in Wireless Sensor Networks(WSNs) consist of wireless sensor network based on sensor hardwares which is combined the micro-controller, chipset for wireless communication and sensors, middleware for dealing with data processing and user application for common service. Applications in WSN have been applied for environmental monitoring, smart factory and have concentrated the services based on remote monitoring applications which is difficult to watch the situation by human. In this paper, we described the construction model for applying for the Ubiquitous disaster prevention system and deal with its conformity. The proposed system includes the selecting the wireless sensor hardware, routing technique for u-Disaster Prevention, composition of middleware and web-interface for application services.

**key words** : Wireless Sensor Network, Ubiquitous Business, u-IT Disaster Prevention

무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network: WSN)의 응용서비스 모델은 센서, 마이크로 컨트롤러, 무선 통신 칩셋을 결합한 센서 하드웨어에 의한 센서 네트워크, 데이터 처리를 위한 미들웨어, 사용자 서비스의 형태로 구성된다. 이러한 WSN응용은 환경모니터링, 공장자동화와 같은 분야에 적용되어 왔고, 주로 사람이 감시하기 힘든 원격 모니터링을 기반으로 하는 응용서비스에 집중되어 왔다. 본 논문에서는 무선 센서 네트워크의 응용모델을 기반으로 유비쿼터스 방재 시스템에 적용하기 위한 구축 고려요소에 대해 서술하고, 그 응용 범위의 적합성을 논한다. 제안하는 모델은 무선 센서 네트워크 하드웨어, 라우팅 기술, 미들웨어 구성요소, 보안정책에 관한 내용이 포함되어 있다.

### 1. 서 론

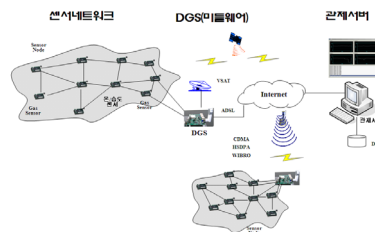
RFID 와 무선 센서 네트워크 기술을 기반으로 한 USN(Ubiquitous Sensor Network)은 유비쿼터스 컴퓨팅 구현을 위한 기초 기술로 많은 영역에서 연구 개발 및 상용화가 진행 중이다. USN은 기존의 사람 중심의 컴퓨팅 환경 및 네트워크 환경에서 사물간의 네트워크로의 새로운 패러다임을 이끌고 있다. 이러한 USN의 적용 분야는 물류 및 유통, 엔터테인먼트, 교통, 환경감시, 방재에 이르기까지 사회 인프라 전 영역에서 응용이 가능하다. 현재 국내에서는 주요 지방자치단체를 중심으로 USN, BcN(Broadcast Convergence Network), IPv6기반의 유비쿼터스 시티(U-City)를 구현하려는 노력이 본격화 되고 있다. 이를 위해 대기업 중심의 시스템통합업체와 관련 업체의 기술 개발과 구축이 진행되고 있으며, 차세대 기술 개발을 위한 연구 개발이 진행되고 있다. USN은 다양한 센서와 유, 무선 통신 기술을 결합하여 위치 정보 및 관리 기관의 정보 뿐 아니라, 고급 환경정보와 위치정보를 실시간으로 모니터링 및 관리 하는 기술을 구현 할 수 있다. 그

\* 부경대학교 일반대학원 정보보호학협동과정 · 박사과정 · E-mail: host2000@pknu.ac.kr  
\*\* 부경대학교 일반대학원 정보공학과 · 박사과정  
\*\*\* 부경대학교 산업대학원 전산정보학과 · 석사과정  
\*\*\*\* 정회원, 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수

러나 현재 USN 응용의 패턴은 일정한 표준이 없고, 사실상의 독자적인 구현 모델을 가지고 독립적인 형태로 운영되는 경우가 많다. 특히 데이터를 수집하는 센서 네트워크 영역에서의 데이터 포맷의 표준화, 수집 데이터의 미들웨어의 역할 정의, 사용자 및 관리 기관에 정보 전송을 위한 인터페이스의 표준화는 뚜렷한 표준이 없으며, 이로 인해서 통합된 정보 운용과 체계적인 관리는 어려운 실정이다. 특히 USN 기술을 활용한 재난 방재를 위한 시스템의 개발은 여러 정보의 유기적인 전송과 의사결정 지원 시스템으로의 확장, 각 유관 기관으로의 정보 전송을 위해서 그 역할을 명확히 정의하고 데이터 보안정책과 같은 뚜렷한 시스템 운영정책을 가지고 개발 및 운영이 되어야 한다. 본 논문에서는 U-방재 기술 구현을 위한 WSN 애플리케이션 모델을 제안한다. 본 논문의 2장에서는 u-방재 시스템 모델의 고려 요소 및 제안 모델을 제시한다. 마지막으로 3장에서는 결론 및 제언을 기술한다.

## 2. u-방재를 위한 USN 모델 설계

u-방재를 위한 USN 응용 시스템 구축을 위해서는 기능적으로 크게 센서 네트워크 영역, 미들웨어 영역, 웹 서비스 영역과 같이 3단계로 구분할 수 있으며, 보안정책과 안전지표 적용과 같은 요소도 고려되어야 한다. [그림 1]은 u-방재를 위한 USN 모델의 전체 구성도를 나타낸다.



[그림 1] 시스템 전체 구성도

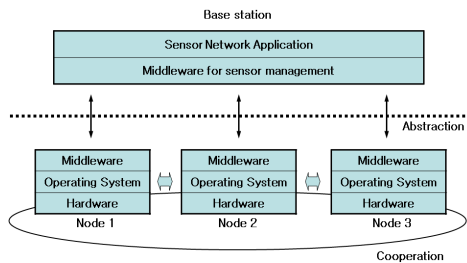
### 2.1 U-방재를 위한 센서 네트워크

먼저 감지(Sensing)영역의 데이터 수집 및 측정을 담당하는 센서 장비는 저 전력 장치로 구성하여야 한다. 유비쿼터스 센서 네트워크의 가장 큰 장점은 사물간의 네트워크 체계이다. 이는 달리 말하면 사람의 개입 없이 컴퓨터 스스로 네트워크를 구성하고 동작하며, 일정 기준치 이상 혹은 이하의 임계값의 범위를 벗어 날 시에도 구동기를 스스로 동작하고 대응할 수 있는 시스템을 갖추고 사람은 그 환경 속에서 살아가는 것을 의미한다. 센서 디바이스는 악 조건에서도 생존 및 동작 할 수 있는 견고성을 가져야 한다. 센서 네트워크 체계에서 센서의 단절은 전체 시스템의 마비를 가져 올 수 있다. 또한 센서 디바이스가 현장 적용될 경우, 지진, 해일, 기상악화 등의 자연재난은 물론, 화재, 붕괴 등의 인적 재난에도 대처할 수 있는 형태로 구성되고 보호 되어야 한다. 센서 디바이스의 신규 증설, 배터리 교체 등으로 새로운 센서 디바이스의 증설 시에도 네트워크에 스스로 가입할 수 있는 자가 구성 능력을 지녀야 한다. 센서 노드는 수만 개의 주소 영역을 가질 수 있으며, Ad-hoc 기술을 기반으로 한 센서 노드 간의 네트워크이다. 기존의 네트워크에 비해 불 때 센서 네트워크가 가지는 가장 큰 장점은 센서간의 능동적인 통신을 통한 자료 수집에 있다고 할 수 있다. 또한 센서 디바이스의 배터리 고갈 시점에서의 알림 메시지를 통해서 센서 디바이스를 관리하는 모니터링 시스템 및 관리를 담당하는 관리자에게 자동으로 센서의 고갈 시점을 통보 하여 적절한 대응을 할 수 있는 시스템이 반드시 필요하다.

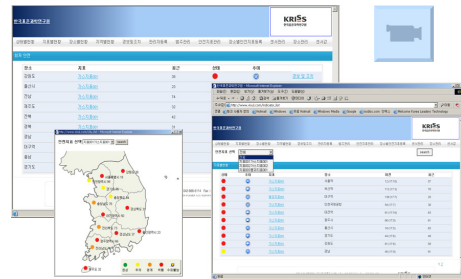
### 2.2 센서 미들웨어

센서 데이터를 처리하는 미들웨어는 센서 네트워크에서 수집된 데이터를 받아 의미 있는 정보로 가공 하는 역할, 센서 디바이스의 상태, 배터리 량, 전송 상태 등의 관리를 담당하는 센서 관리, 사용자를 위해 제공 되는 대시 보드와 같은 응용프로그램에 정보 전달을 담당하는 기능, 그리고 데이터베이스 시스템과 연동되어 데이터를 저장 및 관리함으로써, 상태 정보 통계 기능과 같은 분야에 활용할 수 있는 등의 다양한 기능이 있

다. 센서 미들웨어는 [그림 2]와 같이 사용자에게 제공하는 웹 서비스와 실제 센서 네트워크 영역의 중앙에 위치하며 각 영역과는 개별적인 프로토콜 혹은 인터페이스를 통해 정보 교환 및 통신을 한다. 또한 하드웨어 의존적인 구현에서 오는 복잡함과 하위레벨의 종속적인 특징들을 추상화 하여서 애플리케이션 개발자에게 API를 제공하는 계층으로 정의할 수 있다. 센서 네트워크 미들웨어의 가장 중요한 개념인 추상화는 센서 네트워크를 위해 필수적인 데이터의 수집, 이벤트 처리 메커니즘, 전력관리 그리고 네트워킹 등의 기능을 사용자에게 숨겨서 최종적으로는 센싱 결과들이 마치 하나의 블랙박스와 같이 인식될 수 있도록 하며 다양한 응용이 하위 계층에 대한 고려 없이 쉽게 개발할 수 있도록 도와준다. 이 중 미들웨어에서 고려되어야 할 부분은 인터페이스와 프로토콜의 표준화 문제를 들 수 있다. 현재 센서 네트워크 디바이스는 수많은 마이크로프로세서, 무선 통신 기능을 담당하는 RF 칩셋, 그리고 수백 개 이상의 마이크로 센서가 결합되어 그 조합은 실로 엄청나다. 여기에 센서 네트워크 응용의 결과물로 만들어지는 무선 패킷의 경우 개발자의 성향과 업무 내용에 따라 모두 다른 형태로 개발이 이루어져 있어 미들웨어간의 호환성은 찾기 어렵다. 일부 XML 등의 기술을 이용하여 센서 간의 질의 시에 표준화된 마크업 언어(Markup Language)를 사용하는 센서 미들웨어의 질의 기법이 논의되고 있으나, 실제 적용하기 위해서는 센서 네트워크 영역에 적합한 마크업언어 규격의 표준화 와 도메인 테스트를 거쳐야 하는 등의 문제가 지적 되고 있다.



[그림 2] Sensor Middleware 구조



[그림 3] 센서 응용 프로그램

### 2.3 센서 응용프로그램

센서 응용프로그램은 미들웨어에 의해 전달된 웹 서비스 객체에 의해 구현되어야 한다. 이는 서로 다른 웹 인터페이스를 가지고 있는 단말기 및 브라우저의 운용상의 호환성을 위해 반드시 필요하다. 즉, 서로 다른 환경의 유관기관 및 사용자 서비스를 위한 홈페이지에 표준화된 웹 서비스 프로토콜을 사용하여 누구나 제공된 정보를 모니터링 할 수 있고 정보를 이용할 수 있는 인터페이스의 제공은 반드시 필요하다. 이를 위해서는 API기반의 표준 프로토콜이 필요하며, Agent의 웹 서비스 객체 호출에 대한 정의, 데이터 교환을 위한 표준 서비스 프로토콜의 사용 등이 고려되어야 한다. 또한 센서 어플리케이션은 서비스대상에 대한 명확한 데이터 전달이 우선시 되도록 구현되어야 하며, 이를 위해서는 데이터의 신원확인, 인증에 관한 보안 정책이 필요하다. 센서 응용 프로그램은 대부분 위험 상황을 실시간으로 모니터링 하는 실시간 모니터링 어플리케이션을 내장하고 있으며, 즉각적인 시각효과를 통한 그래프 형태의 서비스를 제공하여야 한다. 또한 위험 상황을 수신하였을 경우, 즉각적인 통보와 경보 경계령의 자동 발령, 이에 따른 유관기관 및 방송사의 신속한 정보 전달을 위한 정보의 제공, 즉각적인 시민 대피 요령 등을 지도 할 수 있는 자동화된 통합 정보 시스템을 구축하여 운영하여야 한다. 근래에는 지리정보시스템(GIS: Geographical Information System) 등 관련 기술과 융합한 형태의 복합 센서 어플리케이션이 관련 시스템통합업체(SI)에 의해 개발되고 있으며, 재난 방재, 테러와 같은 분야에서는 재난 및 테러 발생 위치로부터 대응까지의 최단 출동 거리정보, 최적 대피 경로 정보, 피해 시설물의 현황, 예상 피해액 규모, 등의 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 시스템이 등장하고 있다. 이러한 센서 어플리케이션은 사용자에게 정보 제공의 편의성을 도모하고, 신속 정확한 정보 관리 체계를 확립하는 관점에서 볼 때, 제공된 정보를 어떻게 가공하고 활용하여 서비스 할 것인가의 문제가 가장 우선시 고려되어야 할 것이다. 즉, 시스템 전체적인 관점에서 볼 때, 서비스 측면에서의 가장 핵심적인 기능을 담당하는 부분이 센서 응용프로그램이다.

## 2.4 보안 정책

u-방재 시스템을 위한 보안 정책의 도입과 운용은 중요한 사항으로 지적된다. 먼저 무선 센서 네트워크에서의 보안 취약성의 대표적인 문제는 노드의 신원 위장에 의한 공격이 있을 수 있다. 가령 센서의 고유한 이름과 같은 노드 ID를 위장하여 거짓된 정보를 보내는 등의 신원 위장 공격 하에서는 전체 시스템의 교란으로 이어질 수 있다. 예를 들면, 정상적인 ID 번호 X번의 센서 디바이스를 단절시키고, 거짓 정보를 보내기 위하여 프로그래밍 된 센서 디바이스를 설치하여 네트워크 상에 동작하게 할 경우, 거짓된 위험 정보를 미들웨어가 수신하고, 위험 상황으로 판단하여 각 기관에 거짓된 정보를 보낼 수 있다. 이 경우 실제 위험 상황이 발생하지 않았음에도 불구하고, 각 기관에서는 대응을 위한 조치, 시민들의 대피 상황과 같은 혼란이 발생할 가능성은 자명하다. 이를 위해서는 정상적인 네트워크 구성을 위해 가입 노드의 신원 인증을 위한 인증 체계, 공개키 기반의 암호화 알고리즘의 적용 등이 필요하다. 두 번째 센서 데이터를 처리하는 미들웨어의 보안 문제를 들 수 있다. 미들웨어는 센서 네트워크의 우두머리 격인 Sink 노드로부터 센서 데이터를 수신받아 이를 가공하여 처리하는 기능을 담당하고 있는데, 보통 Sink 노드로부터 미들웨어 서버까지의 전송로는 공중망, RS-232C 시리얼 인터페이스와 같은 물리적인 접속, 위성, 전화 망 등 다양한 형태의 경로로 구성할 수 있다. 물리적인 접속을 제외한 공중망 사용 역시 위장 공격에 취약할 수 밖에 없다. 인터넷을 비롯한 공중 통신망은 개방형 인터페이스로 모든 패킷이 방송 형태로 전송되는 형태를 가지고 있으며, 이 경우 해킹 등의 사이버 테러에 노출 될 우려가 높다. 이를 보완하기 위한 방법으로 전용의 전송로를 구성하고, 전송되는 데이터의 암호화 및 복호화 작업이 따라야 한다.

## 3. 결론 및 제언

유비쿼터스 센서 네트워크 (USN)기술은 기존의 사람 중심의 네트워크에서 사물 중심의 네트워크 기능을 지원하고, 구축된 인프라 내에서 사람은 그 환경 속에서 어우러져 살아가는 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술로 평가 받고 있다. 본 연구에서는 이러한 유비쿼터스 센서 네트워크 기술을 활용한 u-방재 구축을 위한 시스템 모델의 고려 요소를 제안하였다. 제안된 시스템 모델은 방재 현장에 적용할 경우 반드시 고려되어야 할 요소이며, 실제 구현 모델의 참조 요소가 될 수 있을 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 소방방재청 인적재난안전기술개발사업단의 2007년 인적재난안전기술개발사업(지하공간안전관리 시스템구축)으로 이루어진 것으로 연구를 가능케 한 소방방재청에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Mohammad, Ilyas , Imad Mahgoub(2004). "Handbook of Sensor Networks Compact Wireless and Wired Sensing Systems", CRC Press
2. 박승창, 남상엽, 류영달, 이기혁, 김완석 (2005). "유비쿼터스 센서 네트워크 기술", 진한 M&B
3. 이석철, 김창수, 정신일, 황현숙, 정수환, 김명호 "USN기반의 지하철 환경상태 모니터링 시스템 구현", 한국멀티미디어학회 추계 학술대회 발표집, 제 8권 제2호, pp 130-133, 2005.11.25.
4. Ian F. Akyildiz, Weilian Su, et al. "A Survey on Sensor Networks, IEEE Communications Magazine. ", pp. 102-114. 2002