

# Mobile WSN 및 응용서비스 분석

서재완\*    손민한\*    박남제\*\*    최두호\*\*    추현승\*

## ◆ 목 차 ◆

- |               |          |
|---------------|----------|
| 1. 개요         | 3. 응용서비스 |
| 2. 모바일 WSN 구조 | 4. 결론    |

## 1. 개 요

WSN (Wireless Sensor Networks)는 환경오염, 터널 및 건축물의 붕괴, 태풍, 지진 등의 재난 감지, Smart-home 서비스와 같이 우리 삶의 편의성 향상을 위한 서비스에 다양하게 적용되고 있다. 최근 다양한 형태의 휴대 단말을 이용하여 이종의 WSN를 융합하고, 이를 통해 글로벌 서비스를 제공하기 위한 기술로서 모바일 WSN 기술이 주목받고 있다. 모바일 WSN 기술은 싱크나 센서노드가 이동성을 가진 모바일폰 기반 센서네트워크이다. 기존의 센서네트워크가 고정적이었던 반면, 모바일 WSN은 모바일폰이 싱크와 센서노드의 역할을 가지므로 인해 이동성을 제공한다. 또한 WiFi-UMTS, WiMax/WiBro-UTMS, Bluetooth-UMTS, Zigbee-UMTS를 모바일폰, PDA, 스마트폰과 같은 멀티 단말기를 통해 제공해 줄 수 있으며 이를 통해 폐쇄적인 센서네트워크의 한계를 극복할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 본고에서는 노키아에서 제안하는 모바일 WSN 구조에 대해 살펴보고, 센서를 이용한 다양한 응용 서비스에 대해 조사 분석한다.

## 2. 모바일 WSN 구조

### 2.1 Planar Wireless Sensor Network

Planar Wireless Sensor Network는 가장 간단한 구조라고 볼 수 있다. 동일한 기능을 가진 고정된 센서노

드가 특정 지역으로 분산되어 형성되며 센서네트워크와 기존 네트워크의 중간에 게이트웨이 존재함으로써 연결성을 보장한다. 기존 센서네트워크의 특성을 그대로 가지기 때문에 네트워크의 크기가 커짐에 따라 성능이 저하된다는 단점이 있다. 그림 1은 Planar Wireless Sensor Network의 구조를 보여주고 있다.

### 2.2 Two-Tiered Sensor Network Architecture

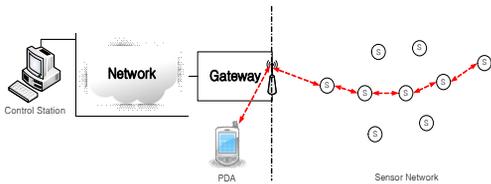
계층화된 모바일 에이전트(mobile agent)가 센서네트워크 오버레이로 동작한다. WSN은 상위 오버레이를 구성하기 위해 모바일 장치를 구성요소로 본다. 이것은 최근 모바일 폰, 노트북, PDA 등과 같이 소형화, 무선기술의 발달에 기인한다. 게다가 모바일 장치를 통한 높은 컴퓨팅 파워, 이동성 등과 같은 기본적인 기능이 제공됨으로 이종의 WSN구성이 가능하다. 밑의 그림은 두 개의 계층으로 이루어진 센서 네트워크 구조를 간략하게 보여주고 있다.

### 2.3 Three-Tiered Sensor Network Architecture

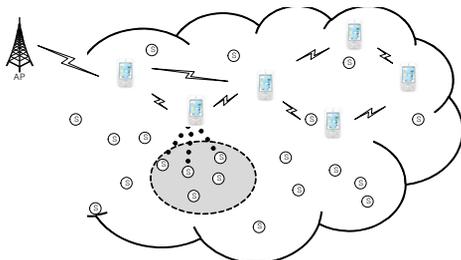
3계층으로 이루어진 모바일 WSN 구조는 고정된 액세스 포인트와 모바일 에이전트를 통해 향상된 시스템 용량과 커버리지, 네트워크 연결성과 강건성, 균형적인 에너지 소모 등의 장점을 가진다. 하위 계층에서는 무작위로 분포된 센서 노드들이 존재하며, 상위 계층인 모바일 에이전트와 즉각적으로 통신이 가능하다. 또한

\* 성균관대학교 정보통신공학부  
\*\* 한국전자통신연구원

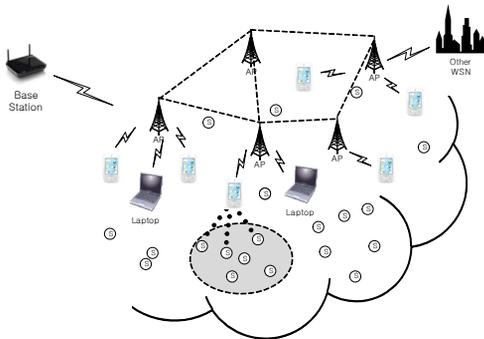
각 센서노드는 애드혹 방식을 통해 서로간의 통신을 할 수 있다. 중간 계층의 가장 특징은 이동성이다. 모바일 에이전트 언제 어디서나 자신이 원할 때 이동할 수 있으며 센서노드로부터 데이터를 수신하고 이를 상위 계층으로 전달해주는 역할을 담당한다. 특히 WSN에서 모바일 에이전트를 통한 데이터 수집과 전달에 관한 최상의 성능을 유지하는 것이 중요하므로 깊은 연구가 필요할 것이다. 가장 상위 계층에서는 일반적으로 고정적인 특정 액세스 포인트로 이루어진 네트워크가 존재한다.



(그림 1) Planar Wireless Sensor Network



(그림 2) Two-Tiered Sensor Network Architecture



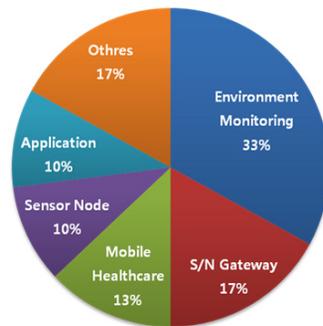
(그림 3) Three-Tiered Sensor Network Architecture

유선이나 무선을 기반으로 한 네트워킹이면 메쉬(mesh)나 애드혹 모델과 유사하게 분포할 수 있다. 그림 3은 세 개의 계층으로 이루어진 센서네트워크의 구조를 간략하게 보여주고 있다.

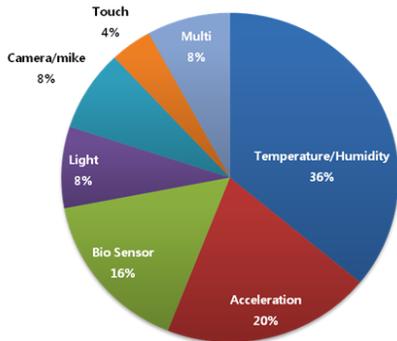
### 3. 응용 서비스

센서 네트워크에 관한 기존 연구동향으로는 에너지 사용 최소화 라우팅, 멀티홉 릴레이 기술, 경량화된 보안 기술, 효율적인 데이터 처리등과 같은 분야가 있다. 최근 3년간(2005-2007)간 IEEE, Mobisys, SenSys, MobiComm 등의 학회에서 발간된 모바일 장치를 응용한 센서 네트워크 응용 논문 50편의 분석결과 밑의 그림과 같이 센서 네트워크기술과 모바일 장치가 연동된 애플리케이션이 사용된 연구는 주로 기후나 온도 변화, 재해 등의 환경 모니터링 관련분야와 이동성을 지닌 모바일 장치의 특성상 센서네트워크에서의 게이트웨이의 사용, 모바일 헬스케어 관련 응용이 최근의 주된 이슈 사항임을 알 수 있었다.

또한 그림 5에서 확인가능 하듯이 응용 센서의 적용 분야별 분류에 따라 환경 모니터링에 주로 사용된 온도/습도 센서가 가장 많이 사용되었고 이어서 가속도센서와 바이오센서가 주로 응용 연구에 이용되었다. 또 하나 확인할 수 있는 점은 여러 개의 다양한 센서를 사용하는 응용분야는 약8%의 수준이며, 활용도가 그리 높지 않다는 것을 알 수 있다. 따라서 향후 복합적인 센서를 활용하는 응용 서비스 연구가 이루어질 것으로 기대된다.



(그림 4) 모바일 장치를 이용한 WSN 응용분야



(그림 5) 응용에 사용된 센서의 종류별 분류

### 3.1 MUSNEMO(Multi-sensor centric Ubiquitous Smart Network using devices) 시스템

최근의 휴대 단말을 이용한 센서네트워크 애플리케이션에서는 응용 서비스에 특화되어 특정 센서를 단독으로 이용하거나 혹은 휴대 단말의 특성이 이동성을 강조해 센싱 정보의 출력 수단으로만 휴대단말을 사용하는 연구가 주로 수행되었다. 이를 보완하기 위해서 삼성전자에서는 다양한 응용센서를 활용하고 이를 휴대단말과 연계하여 보다 실용적인 서비스를 제공할 수 있는 MUSNEMO(Multi-sensor centric Ubiquitous Smart Network using devices) 시스템이 제안되었다. MUSNEMO 시스템은 다섯 가지 응용센서(자기, 조도, 소리, 모션, 진동)로 구성된 IEEE 802.15.4 표준을 기반 센서 네트워크를 통해 센싱 이벤트 요청 및 제공 테스트를 수행하고 활용성을 검증하였다.

MUSENEMO 시스템의 구성환경은 다음과 같다. 다양한 휴대단말이 WiBro, Wi-Fi, HSDPA 등의 무선통신망을 통하여 네트워크에 연결될 수 있으며, 게이트웨이와 싱크의 역할을 수행하는 이동단말을 통해 데이터를 수신할 수 있다. 또한 IEEE 802.15.4를 기반으로 한 센서네트워크와 네트워크 카메라가 연동되어 있어 유기적인 서비스를 제공한다.

상황 별 시스템 수행 과정은 다음과 같다. 시스템은 센서 네트워크 노드/싱크, 네트워크 카메라, 실내용 모바일 게이트웨이, 외부 모바일 장치로 구성된다. 시스

템에서 정보의 흐름이 발생하는 경우는 크게 두 가지 케이스가 있는데, 센서노드 주변에 이벤트가 발생하여, UMPC를 휴대한 실내 사용자와 모바일 장치를 휴대한 실외 사용자에게 사무실의 이상 정보를 전송하는 첫 번째 경우와 모바일 장치를 휴대한 외부 사용자가 사무실의 특정 위치를 확인하기 위해 모바일 장치를 이용해 사무실 영상 정보를 요청하는 경우다.

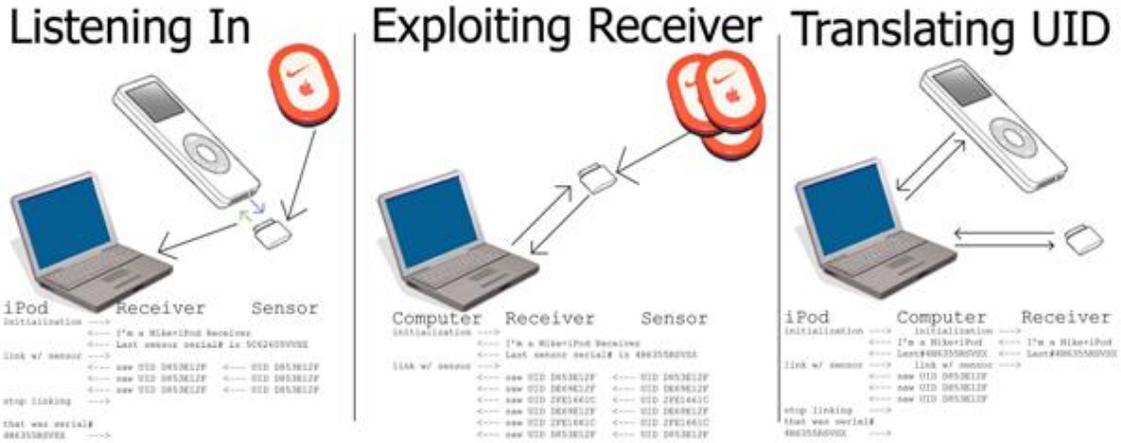
### 3.2 The Nike+iPod Sport Kit

Nike+iPod Sport Kit은 Nike와 Apple이 만들어낸 새로운 개념의 운동상품이다. 신발에 센서를 장착해 거리, 운동시간, 칼로리 소비량, 속도 등을 음악을 들으면서 측정할 수 있다. 하지만 사용화된 제품임에도 불구하고 기본적인 수준의 사용자 보안을 제공하지 않고 있어 개인정보보호에 매우 취약하다는 단점을 가진다. 이에 T.Scott Saponas는 Nike+iPod Sport Kit에서 통신상의 개인정보보호에 대한 연구를 진행하였다.

Nike+iPod Sport Kit의 프로토콜은 다음과 같다.

- **Initial Analysis** : 하나의 센서에 두 개의 리시버가 연결설정이 되는 것을 확인하였다. 이는 한 개의 센서에서 동시에 두 명의 유저가 정보를 송신할 수 있는 것을 의미하며, 연결설정이 강건하지 못하다.
- **Hardware** : 기존에 구현된 하드웨어 인터페이스를 이용해 제품을 구성하였기 때문에 모든 숙련된 기술자는 쉽게 하드웨어적인 접근이 용이해진다.
- **Serial Communication** : 기본적으로 ASCII기반의 통신 구조를 가지며 UID 형태의 데이터 포맷을 가지고 있다.
- **Controlling the Nike+iPod Receivers Directly** : 실제 iPod 아답터를 제작하여 제품과 연동했을 시 송신하는 데이터를 바로 확인할 수 있었다.

앞서 언급한 프로토콜을 바탕으로 해커는 Nike+iPod Sport Kit의 정보를 획득할 수 있는 장치를 개발할 수 있다. 특히 UID를 획득했을 시 사용자의 위치 파악이 용이함으로 스토킹과 같은 범죄에도 활용될 가능성이



(그림 6) UID 획득 시나리오

있다. 그림 6은 UID를 획득하는 과정이다.

- Receiver to USB Adaptor : Nike+iPod Sport Kit의 UID를 감지할 수 있다.
- Nike+iPod Serial Communication Tool : UID를 획득 후 Serial Data를 추적하여 내용을 파악할 수 있다.
- Intel Motes : Intel iMote는 주변에 센서를 인지하도록 구현되어 있다. 즉 GPS를 장착하여 UID 판독 후 현재의 위치 정보를 업데이트 할 수 있게 구현하였다.
- Exploiting the iPod : 리눅스 기반으로 직접 제작한 보드를 가지고 어떤 센서가 주변에 있는지에 대한 기타 정보를 획득 가능하다.
- Distributed Surveillance System : 실시간으로 감지한 센서의 UID를 구글 맵에 출력한다.

실제 해킹툴을 제작하여 Nike+iPod Sport Kit의 보안적인 이슈를 살펴보았다. 이미 상용제품의 경우에도 보안이라는 측면은 반드시 고려가 되어야 하며, 이를 위해서는 AES-128과 같은 암호화 기법이 적용되어야 한다.

### 3.3 miCoach

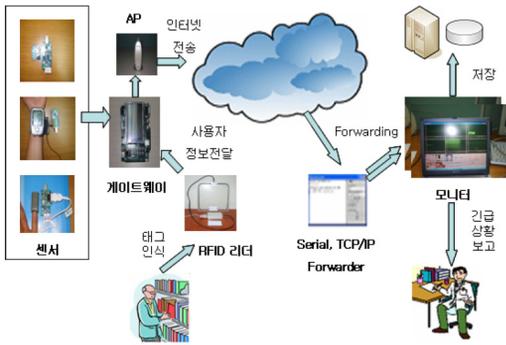
마이코치(miCoach, SGH-F110)은 삼성전자는 아디다스가 공동으로 개발한 스포츠 특화 기능과 UI를 장착

한 스마트폰이다. 개발된 모바일폰은 개인 트레이너처럼 운동관련해 다양한 정보와 맞춤 프로그램을 제공한다. 제품은 miCoach폰, 심장박동모니터, 보폭센서로 구성되어 있으며 사용자의 심장 박동수, 조깅속도와 거리, 소비 칼로리 등 스포츠에 필요한 각종 정보를 실시간으로 저장하고 보여준다. 또한 모바일폰에 저장된 정보를 마이코치 웹사이트(www.micoach.com)에 올려 세부 분석을 통해 자신의 신체 상태에 적합한 맞춤형 운동 프로그램을 만들어 다시 저장할 수도 있다. 걸음 속도나 운동 목표에 따라 ‘속도를 높이시오’, ‘15분 후 운동 완료’ 등 다양한 음성안내도 제공한다. 하지만 Nike+iPod Kit과 비교했을 시 단순히 mp3 플레이어에서 모바일폰으로 구현대상이 바뀌고 심장박동모니터가 추가된 점을 제외하고는 동일한 기능을 제공하며, 모바일폰의 고유기능을 통한 서비스를 제공하지 못하고 있다는 점에서 한계를 가진다.

### 3.4 유비쿼터스 헬스케어 시스템의 설계 및 구현

유비쿼터스 헬스케어 시스템은 언제 어디서나 환자의 건강상태를 체크할 수 있는 시스템이다. 구현된 시스템은 온도, 습도, 조도 등 환경센서 그룹과 혈압, 심전도, 맥박 등의 헬스 센서 그룹, 센싱 자료를 유무선으로 전달하는 게이트웨이, 환자를 인식하는 RFID 리더기로 구성된 front-end와 측정데이터를 전달하는 포

워드, 측정 결과를 모니터링하는 모니터 프로그램, 개인별 측정값을 저장하는 의료 정보 수집 서버등으로 구성된 Back-end로 나뉜다. 헬스케어 시스템은 지그비 통신 프로토콜을 이용해 구현되었다. 구현된 시스템은 지그비 통신 프로토콜 기반으로 데이터를 전송하며 각 센서 노드에는 tinyOS가 장착되어 이벤트를 처리하며 임베디드 리눅스가 탑재된 게이트웨이는 무선 통신으로 의료정보를 실시간으로 전송할 수 있다. 하지만 현재 일부 센서의 경우 사용자가 측정을 위해 신체에 직접 프로브를 부착하는 등의 단점이 존재하기 때문에 헬스 정보를 편리하게 모니터링할 수 있는 하드웨어 개발이 요구된다. 다음은 전체적인 시스템의 구성도를 나타낸다.



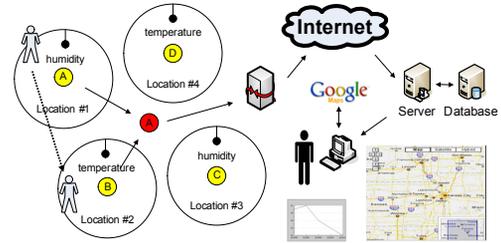
(그림 7) 헬스케어 시스템 구성도

### 3.5 Location Tracking Service Based on Google Map

최근 센서네트워크와 IP망과의 연동을 위한 6LoWPAN에 대한 연구가 활발히 진행 중이며, 6LoWPAN을 이용한 위치 추적 서비스를 통해 6LoWPAN의 이점을 고찰하였다. 구현한 위치 추적 시스템은 IP서비스인 Google Map과 연동하여 센서노드 위치를 시각적으로 제공함으로써 대규모 센서네트워크에서의 유지, 보수, 관리를 보다 용이하게 하였으며, 또한 모바일 태그의 위치를 추적할 수 있으므로 향후 각종 재난, 범죄 등의 응용 서비스에 활용될 수 있을 것으로 기대한다. 그림 8은 위치 추적 서비스 시나리오

의 전체적인 모습이다.

무선 센서네트워크에서 센서노드들은 주기적으로 센서를 통해서 해당지역의 정보를 측정해서 서버로 전송한다. 전송된 데이터는 데이터베이스에 저장되고 정보는 실시간적으로 웹기반의 그래프 형태로 사용자에게 서비스 된다. 사용자는 그래프나 정보를 분석하여 어떤 이상이 생겼다고 판단했을 시 해당 센서노드에 즉각적인 명령을 내릴 수가 있다. 또한 이상 증상의 원인이 특정 모바일 태그이거나 감시대상 모바일 태그를 소지한 객체일 경우 그 객체의 위치를 추적할 수 있다. 위치 추적의 형태는 구글맵을 통해서 시각적인 능동적인 형태로 제공된다.



(그림 8) 위치 추적 서비스 구성도

## 4. 결 론

본 논문에서는 모바일 WSN의 개념과 이를 위한 구조에 대해서 살펴보았다. 아직 WSN을 이용한 응용서비스는 미비한 실정이다. 하지만 대중적으로 널리 퍼져있는 스마트폰을 WSN의 구성요소로 보는 모바일 WSN이 자리를 잡는다면 응용서비스의 활용의 폭은 증가할 것이다. 향후 이러한 응용서비스에 대해 준비하기 위해 WSN을 이용한 응용 서비스를 고찰하였다. 또한 케이스 스터디로서 상용제품에 대한 분석을 통해 향후 WSN 응용 서비스 구축 시 고려해야 할 보안적 이슈를 보였다. 향후 이러한 응용 서비스와 모바일 WSN을 바탕으로 유용한 서비스들이 개발되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] AINAW, “Mobile Wireless Sensor Network: Architecture and Enabling Technologies for Ubiquitous Computing”, 2008.
- [2] 전자공학회논문지, “모바일 디바이스를 사용한 멀티 센서 기반 스마트 센서 네트워크의 설계 및 구현”, 2008.
- [3] USENIX Security Symposium, “Devices That Tell On You: Privacy Trends in Consumer Ubiquitous Computing”, 2007.
- [4] 한국콘텐츠학회논문지, “센서네트워크에 기반한 유비쿼터스 헬스케어 시스템의 설계 및 구현”, 2008.
- [5] [www.micoach.com](http://www.micoach.com)

◎ 저 자 소 개 ◎



**서 재 완(Jaewan SEO)**

2008년 2월 성균관대학교 정보통신공학부 졸업(학사)  
2008년 3월 ~ 현재 성균관대학교 정보통신공학부 휴대폰학과 재학(석사)  
관심분야 : 라우팅 프로토콜, 모바일컴퓨팅, 센서네트워크  
E-mail : todoll2@skku.edu



**손 민 한(Minhan Shon)**

2002년 2월 강남대학교 전자계산학과 졸업(학사)  
2004년 2월 성균관대학교 정보통신공학부 전자전기 및 컴퓨터학과 졸업(석사)  
2008년 3월~현재 성균관대학교 정보통신공학부 전자전기 및 컴퓨터학과 재학(박사)  
관심분야 : 라우팅 프로토콜, 모바일컴퓨팅, 센서네트워크  
E-mail : minari95@skku.edu



**박 남 제 (Namje Park)**

2000년 동국대학교 정보산업학과 졸업  
2003년 성균관대학교 정보보호학과 석사  
2008년 성균관대학교 컴퓨터공학과 박사  
2003년 04월~현재 한국전자통신연구원 정보보호연구본부 선임연구원  
관심분야 : 정보보호, 암호이론, 모바일 컴퓨팅, 센서네트워크  
Email : namjepark@etri.re.kr, namjepark@gmail.com



**최 두 호 (Dooho Choi)**

1994년 성균관대학교 수학과 졸업  
1996년 한국과학기술원 수학과 석사  
2002년 한국과학기술원 수학과 박사  
2002년~2007년 한국전자통신연구원 선임연구원, 팀장  
2006년 09월~현재 ITU-T X.1171(X.midsec-1) 에디터  
관심분야 : RFID/USN, 정보보호, 위상수학  
Email : dhchoi@etri.re.kr



**추 현 승(Hyunseung Choo)**

1988년 성균관대학교 수학과 졸업(학사)  
1990년 University of Texas 컴퓨터공학과 졸업(석사)  
1996년 University of Texas 컴퓨터공학과 졸업(박사)  
1997년 특허청 심사4국 컴퓨터심사담당관실(사무관)  
1998년 ~ 현재 성균관대학교 정보통신공학부 부교수  
2001년 ~ 현재 한국인터넷정보학회/한국시뮬레이션학회 이사  
2004년 3월 ~ 2006년 8월 대통령직속 교육혁신위원회 전문위원  
2004년 8월 ~ 2008년 1월 한국인터넷정보학회 논문지 편집위원장  
2005년 1월 ~ 현재 건강보험심사평가원 전문위원  
2005년 10월 ~ 현재 지식경제부 ITRC 지능형HCI융합연구센터장  
2008년 2월 ~ 현재 한국정보처리학회 이사  
관심분야 : 유/무선광네트워킹, 모바일컴퓨팅, 센서네트워크, 임베디드SW, 그리드컴퓨팅  
E-mail : choo@skku.edu