

공공안전 스마트 모니터링 시스템 기술 및 발전 방향

서정준* · 강민수** · 이상철*** · 이동희****

1. 서 론

현재 사회적으로 병원균, 항공 수화물을 통한 폭탄, 버스 폭발 사고, 소포 폭발 등과 같은 재난 상황이 발생되고 있으며, 방지 대책이 요구되고 있다. 이러한 재난 상황은 국외는 물론이고 국내에서도 대비 체계가 필요한 실정이다. 즉, 실생활에서도 재난 상황이 발생할 수 있으므로 현실적인 재난 방지 대책이 요구되고 있으며, 본 논문에서는 특히 공공안전 스마트 모니터링 시스템을 고려한다. 특히 공공안전 스마트 모니터링 시스템에서는 센서 기술이 중요한 부분이 될 것이며, 향후 무선원 무선센서 기술이 큰 역할을 차지할 것이다.

공공안전 스마트 모니터링 시스템의 정의는 협의적인 의미와 광의적인 의미로 나누어서 고려될 수 있다. 먼저 협의적인 의미로는 화학적 (Chemical), 생물학적(Biological), 방사능적

(Radiological), 원자력적(Nuclear)인 특징을 합쳐서 CBRN 디펜스(defense)라고 볼 수 있다. 반면, 광의적인 의미로는 CBRN 디펜스 이외에도 재해 방지 및 복구, 공공안전 및 복지까지도 함께 고려한다. 결국 공공안전 스마트 모니터링 시스템의 최종적인 목적은 재난 상황에서의 스마트 모니터링 기술을 개발하는 것이라고 볼 수 있다. 그림 1은 CBRN 디펜스를 나타낸다.

본 논문은 다음과 같이 이루어져있다. 우선적으로 2장은 USN 관련 기술 동향 및 저전력 관점에서의 USN 기술을 알아보도록 하며, 3장은 USN 기술 구축과 관련되어서 공공안전 스마트 모니터링 시스템 사례들을 설명한다. 4장은 향후

※ 교신저자(Corresponding Author): 이상철, 주소: 대구광역시 달성군 현풍면 상리 223 대구경북과학기술원(DGIST) 제3연구동 707호, 전화: 053)785-4730, FAX: 053)785-4769, E-mail: sclee@dgist.ac.kr

* 대구경북과학기술원 박사후연수연구원 (E-mail: jjun2@dgist.ac.kr)

** 대구경북과학기술원 연구원 (E-mail: mandolli@dgist.ac.kr)

*** 대구경북과학기술원 선임연구원

**** 대구경북과학기술원 차세대융복합연구센터장 (E-mail: dhlee@dgist.ac.kr)

※ 본 연구는 교육과학기술부의 대구경북과학기술원 일반사업 연구비 지원에 의해 수행되었음.

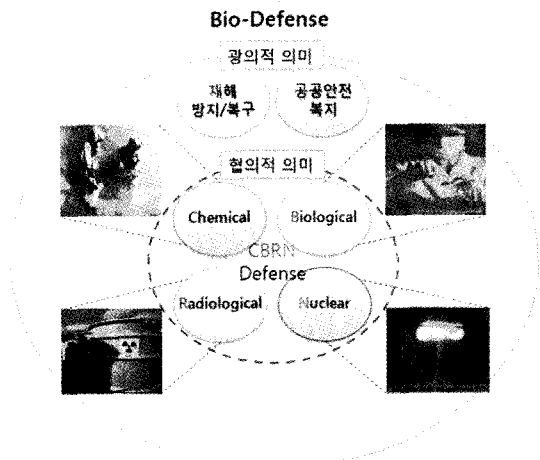


그림 1. CBRN 디펜스의 정의

USN 기술 발전 방향으로 무선센서 기술이 소개되고, 마지막으로 5장에서 본 논문의 결론을 이끌어내도록 한다.

2. USN 기술 동향 및 저전력 관점에서의 USN 기술

2.1 USN과 관련된 기술 동향

최근 USN과 관련된 기술은 학술적으로도 많은 연구가 되고 있지만, 산업적으로도 활발히 기술 개발이 이루어지고 있다. USN 기술은 광범위한 분야에서 활용될 수 있으며, 특히 본 논문에서는 대표적인 USN 관련 동향으로 센서 노드 [1] 개발, 그린 IT [2] 기술, 네트워크 [3] 관련 기술, 그리고 home robot [5] 관련 기술을 소개한다.

USN 개발 분야 중에서 센서 노드 하드웨어 및 운영체제 개발 관련된 분야가 있다 [1]. 센서 노드 개발에 있어서는 [1]에서처럼 센서 노드 자체의 특징을 고려해서 배터리 소모를 적게 해주는 것 등이 요구되며, 센서 노드 운영체제와 관련된 사항인 메모리와 CPU를 관리하는 것 등도 필요하다. 또한 최근의 IT 기술은 환경과 밀접하게 연관되어 연구 및 개발이 이루어지고 있다 [2]. 특히 [2]에서는 그린 IT 기술을 강조하고 있으며, 이러한 그린 IT 기술은 기존처럼 저전력 형태의 설계 등과 같은 사항을 발전시켜서 이제는 IT 기술을 통해 생태계 오염이 될 부분을 모니터링 하는 것이다. 즉, [2]의 그린 IT 기술은 환경 파괴를 하지 않도록 고려하는 것이 필요하다는 것이다. 이어서 [3]은 USN에서의 통신과 관련되어서 네트워크 기술 분야를 나타내며, 무선 통신과 관련된 기술 및 저전력 특징을 고려한 라우팅과 관련된 기술을 소개한다. 그리고 [5]는 RFID/USN에서의 home robot과 관련된 분야이다. 결국 [5]에서는 RFID/

USN을 로봇 분야와 연관되게 고려하는 것이며, 로봇 개발 시 중요한 부분인 인식 관련 사항 및 로봇의 주행과 관련 기술을 설명한다.

2.2 저전력 관점에서의 USN 기술

공공안전 스마트 모니터링 시스템 설계 시 매우 중요한 부분은 통신 기술이라고 판단된다. 앞으로의 유비쿼터스 환경에서는 다양한 형태의 디바이스들이 서로 통신을 하게 되므로 더욱 지능적인 형태의 통신 기술이 요구되며, 대표적인 통신 기술이 센서 네트워크(sensor network) 기술이다. 이러한 센서 네트워크 기술은 향후 정보화 도시를 설계하는 u-City의 핵심 기술이 될 것이다. 센서 네트워크 기술의 중요한 이슈는 자가 망을 구성하면서 이동성 보장 문제를 해결하는 애드-혹(ad-hoc) 네트워킹 기술과 모바일 기반 디바이스의 전원 공급 해결을 위한 저전력(low power) 기술을 고려한다. 그림 2는 무선 센서 네트워크에서의 4가지 대표적인 기술 이슈를 나타내며, 4가지 대표적인 기술 이슈 중에서 본 논문에서는 저전력 측면을 주로 고려한다.

저전력 관점에서의 접근은 USN 시범사업과 관련이 있다. USN 시범사업 추진현황으로는 해양환경 정보수집, 콘크리트 구조물 관리, 혈액 운

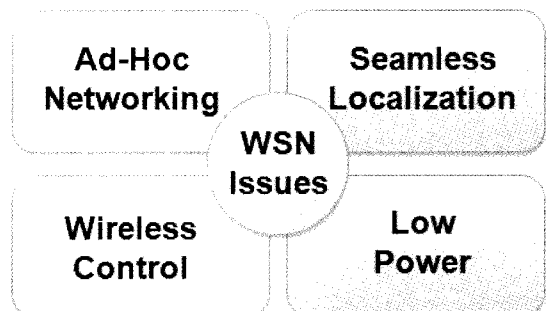


그림 2. 무선 센서 네트워크 기술의 4가지 대표적인 이슈 사항

표 1. 무선 센서 네트워크에서의 3가지 저전력 문제 해결 방안

	H/W 관점	에너지 효율향상 회로 관점	S/W 관점
설계방안	<ul style="list-style-type: none"> -기존 기능 위주의 설계개념에 power management 칩 설계기법을 도입하여 최적설계 -대기전력 최소화 설계 	<ul style="list-style-type: none"> -자가발전장치 최적효율 운전제어를 시도 -multi-source 전원 운전 기법 -에너지 변환장치 최적설계 	<ul style="list-style-type: none"> -네트워크 path 단절 시 retrying 횟수 조정 -에너지 잔량 모니터링 -최적 라우팅 기법 -에너지 잔량 기반 라우팅 설계
문제점	<ul style="list-style-type: none"> -센서노드에서 칩 외에 센서의 소비전력을 대처하기 어려움 -전력절감에 한계가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> -손쉽게 접근은 가능하나 효율 향상에 한계가 있음 -부수적인 문제임 	<ul style="list-style-type: none"> -시스템 운영을 원활하게 하는 것이 주안점이며, 공급되는 에너지량을 증가시킬 수는 없음

습도 관리, 농산물 모니터링, 식수원관리 모니터링, 교량 모니터링, 문화재 관리, 도시기반 시스템, 기상 관측시스템이 있다. 이와 같은 USN 시범사업 추진 결과, 이슈가 되는 점들은 센서의 오차보정 관련 사항, 전원의 소비 전력 사항, 그리고 전원의 상태 관리라고 것이다. 결국 센서와 전원 문제 해결 방안을 찾는 연구가 이슈가 될 것이며, 앞으로의 핵심적인연구 방향이 될 것이다. 표 1은 이러한 3가지 저전력 문제 해결 방안을 나타내며, H/W 관점, 에너지 효율향상 회로 관점, 그리고 S/W 관점에서 설계방안 및 문제점을 설명한다.

H/W 관점은 초저전력 칩과 관련된 사항이며, 에너지 효율 향상 회로 관점은 에너지 harvesting 과 관련된 부분이다. 그리고 S/W 관점은 네트워크 알고리즘과 관련된다. 본 논문에서는 저전력 관점에서 passive USN 기술로의 접근을 통한 센서와 전원 문제 해결 방안을 고려하도록 한다.

3. USN 기술 구축 - 공공안전 스마트 모니터링 시스템

USN 기술 구축과 관련되어서 3장에서는 공공

안전 스마트 모니터링 시스템을 소개한다. 특히 3장에서는 WiBEEEM 방식의 공공안전 스마트 모니터링 시스템 구축 사례들을 알아보도록 한다.

WiBEEEM (Wireless Beacon-enabled Energy Efficient Mesh network) 기술 [9]은 저전력 및 효율적인 ad-hoc 망 설계가 특징인 메쉬(mesh) 네트워크 방식이다. USN 기술 구축 사례 가운데 특히 WiBEEEM 방식을 적용한 화재감지 및 대기오염 모니터링 시스템이 있으며, 대구지하철역 2호선 계명대역에서 구축된 사례를 소개한다 [4]. 지하철역에서의 센서 네트워크 시스템은 그림 3 처럼 센서 노드망, 정보 수집기, 원격지 서버로 이루어져 있다. 센서 노드들은 각 정보를 코디네이터(지하철 역무실)로 집중화하며, 이러한 동작을 통해 DB화된 정보는 TCP/IP 네트워크로 연결이 된다. 결국 이러한 정보는 원격지 서버로 저장이 된다.

3.1 다중이용시설 - 지하철, 빌딩

사례 1 - 지하철

우선적으로 화재감지 센서 노드와 대기오염 센

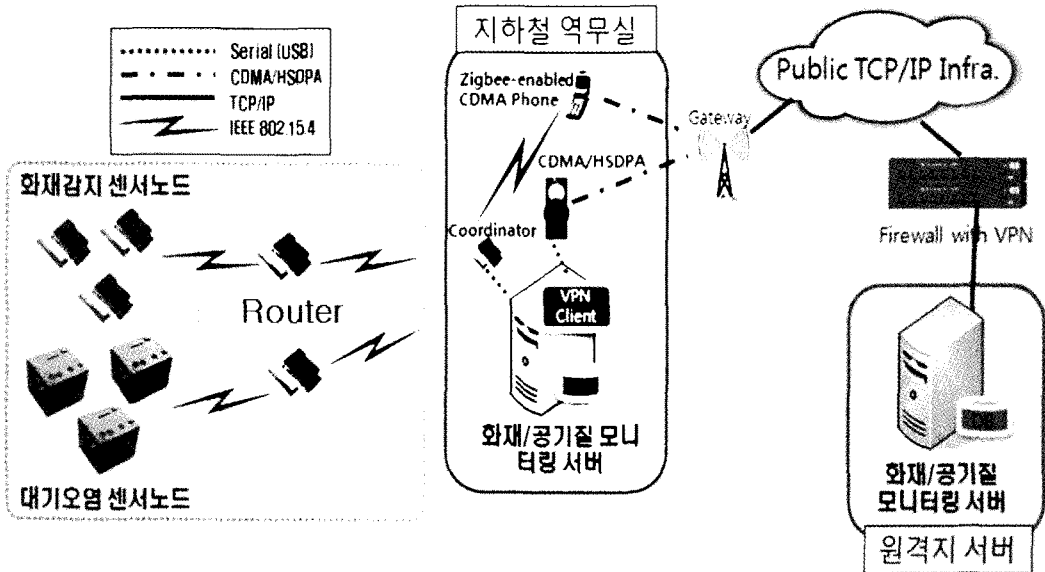


그림 3. WIBEEM 방식의 센서 네트워크 시스템 구조 (지하철역 사례) [4]

서 노드가 제작되었고, 지하철역의 벽면 또는 천장에 설치되었으며, 배터리팩을 별도로 제작하여서 연결되었다. 다음으로 지하철역에서 센서 노드 및 라우터가 배치되었다. 그림 4는 현장 사진을 나타낸 것이다. 지역은 6개 대합실과 8개 승강장으로 구분되며, 배치된 센서 노드 수는 28개이며 간격은 10m~20m이다. 지하철역 특성상, 원통형 기둥이 많아서 효과적인 배치 과정도 중요한 고려 사항이 될 것이다.

그리고 그림 5처럼 층 사이의 라우팅을 위한 라우터를 배치되었으며, 이러한 과정은 대합실과 승강장 사이의 경로를 얻기 위한 것이라고 볼 수 있다.

사례 2 - 빌딩

공공안전 스마트 모니터링 시스템은 빌딩에서도 가능할 것이며, 아래의 그림 6은 WIBEEM 방식 시스템이 대구 테크노파크 공장에서 배치될

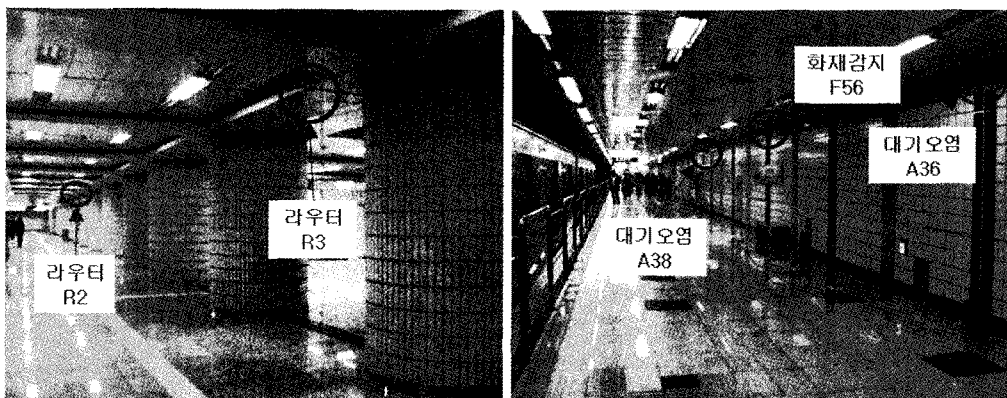


그림 4. 지하철역에서의 센서 네트워크 시스템 현장 사진 [4]

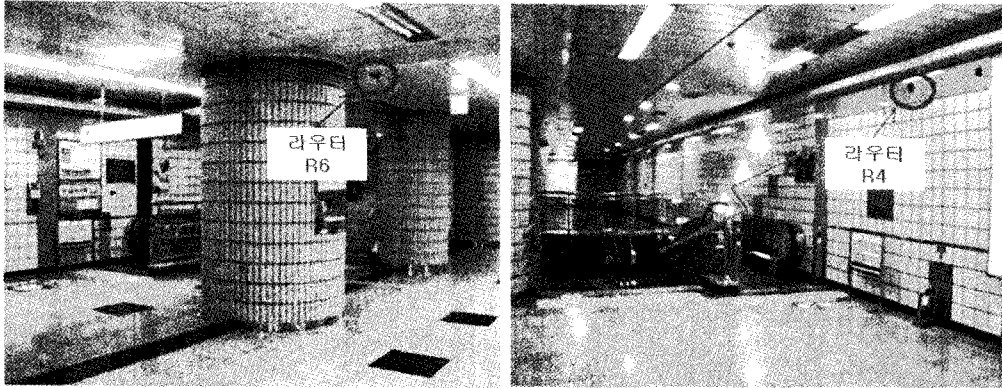
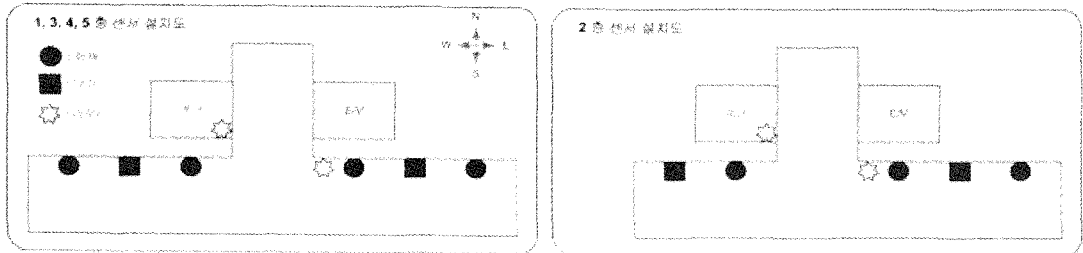
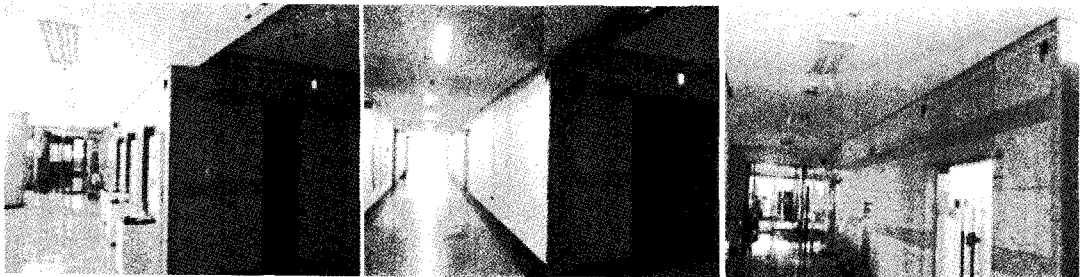


그림 5. 지하철역에서의 층 사이의 라우팅을 위한 라우터 배치 사진 (4)



(a) 배치도



(b) 센서 노드 현장 적용

그림 6. 대구 테크노파크 공장에서의 배치도 및 센서 노드 현장 적용 사진

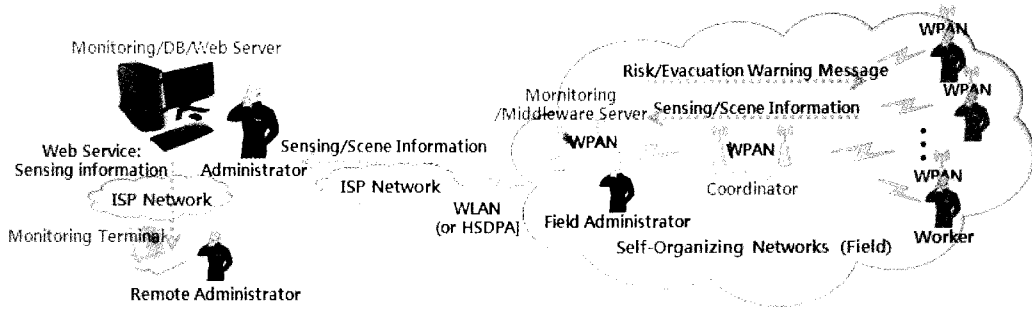
때의 설치도와 배치된 사진을 나타낸다.

3.2 산업용 - 지능형 안전모

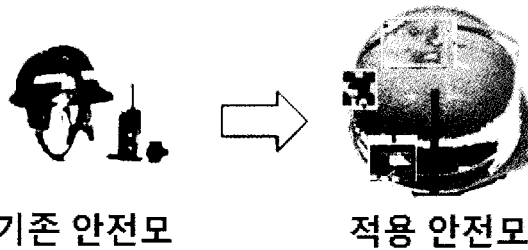
USN 기술 구축의 다른 적용으로는 그림 7처럼 재난 및 산업 현장에서의 지능형 안전모 개발이 있을 수 있다. 주요 특징으로는 환경 및 생체 센서 정보 송신이 가능하며, 지하 공간 통신 음영 지역이 해소되고, 또한 작업자 조난 정보가 제공된다

는 점이다. 그리고 먼 거리에서도 안정적 데이터 전송 확인이 된다는 특징이 있다.

이외에도 많은 분야에서 공공안전 스마트 모니터링 시스템과 관련된 USN 기술 구축이 진행될 것으로 예측된다. 특히 향후 USN 기술 구축은 규모가 큰 대회 또는 전시회 개최 때 유용할 것으로 판단된다. 즉, 화재감지 및 대기 상태 모니터링을 통해 사전 예방이 될 것이며, 식중독 예방에 적용하여 식음료를 관리할 수 있을 것이다.



(a) 지능형 안전모 시스템



(b) 지능형 안전모 사진

그림 7. 지능형 안전모 시스템 및 사진

4. 향후 USN 기술 발전 방향

기본적으로 USN 기술의 핵심 기술은 무전원 무선센서 기술이 될 것으로 예측된다. 4장은 이러한 무전원 무선센서 기술 중에서 SAW (Surface Acoustic Wave) 센서 기술을 고려한다. SAW 기술의 기본적인 원리와 SAW 센서 기술의 측정 변수 관련 사항을 소개하며, 마지막으로 네트워크 측면을 고려한 무전원 무선센서 기술을 설명한다.

SAW는 외력에 의한 진동에너지가 고체표면에 집중되는 음향파로, 지진이 지면을 통해 전파되듯이 음향파가 탄성체의 표면을 통해 전달되는 것이다. 1885년 Rayleigh [6]에 의해 처음 발견된 후, 특성 및 응용에 관한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다. 특히 SAW소자 분야에서는 압전기관에 충격을 가했을 때, 탄성에 의해서 압전체의 표면으로만 전파되는 기계적인 파동을 말한다. 그림 8은 SAW의 기본적인 원리를 나타낸다. 입력 IDT

(input InterDigital Transducers)로부터 들어오는 전기적인 RF 신호가 압전체의 표면을 따라 진행하는 기계적인 파동으로 바뀌고, 이는 다시 출력 IDT(load InterDigital Transducers)에서 전기적 신호로 변환된다. 이 과정에서 특정 주파수 성분만 선택적으로 출력되며, SAW 소자의 주파수 특성은 입출력 IDT의 패턴 모양에 의해 결정된다. 여기서 입력 IDT와 출력 IDT 사이의 구간을 지연선(delay line)이라고 부른다. 그리고 지연선 구간에서 발생하는 주변 환경의 변화 즉, 온도, 압력, 탄성, 전기전도도, 질량변화 등의 물리적인 외란(disturbance)에 의해 SAW 신호의 진폭 감쇠가 발생하여 위상 변화가 발생하며 환경 변화에 대한 감지가 가능하다 [7].

표 2는 SAW 센서 기술의 측정 관련 사항이며, 측정 변수를 기준으로 측정 신호 물리 현상 및 해상도를 나타낸다. 측정 변수로는 Identification, 온도, 압력/Torque/가속도, Impedance 센서, 거

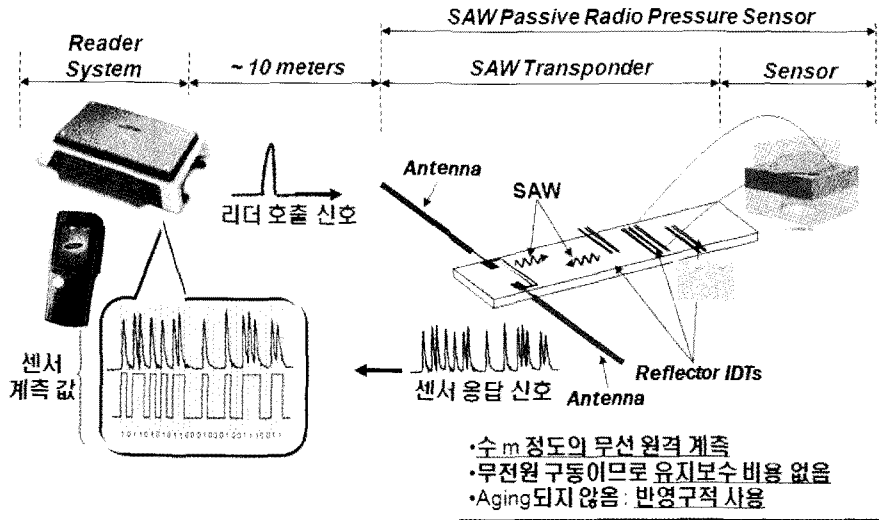


그림 8. SAW의 기본 원리

표 2. SAW 센서 시스템의 측정 관련 사항 (8)

측정 변수	측정 신호 물리 현상(효과)	해상도
Identification	반사파 형태 변화	32 Bit
온도	표면탄성과 속도 변화	0.1 K
압력/Torque/가속도	(SAW 소자) 탄성계수 변화	1% FSO
Impedance 센서	반사파의 진폭 및 위상 변화	5% FSO
거리	반사파 신호 지연에 따른 위상 변화	20 cm
Relative position	Doppler 위상 변화 (연속 측정)	2 cm
Angular position	Doppler 위상 변화	3 Degrees

리, Relative position, Angular position이 있다.

네트워크 측면을 고려하면, 무전원 무선센서 기술은 기존 USN 시스템에서의 센서 기술을 발전시킨 방식이다. 즉, 기존의 센서 기술은 향후 유비쿼터스 환경에서는 무전원 무선센서 기술로 발전이 될 것이라고 예측된다. 그림 9는 무전원 무선센서 배치 구조를 기존의 센서 배치 구조와 비교해서 나타내고 있으며, 특히 통신, 센서, 전원으로 나누어서 특징을 고려한다. 그림 9의 오른쪽처럼 기존의 센서 기술은 측정하려고 하는 부분마다 센서 노드를 배치해서 네트워크를 설계 후 싱크 노드로 데이터를 전송하게 되는 방식이다. 반면

그림 9의 왼쪽처럼 향후 발전하게 되는 방식인 무전원 무선센서 기술은 한정된 범위 (수 m) 내에 만 센서 노드를 설치하고 1개의 리더로 정보 수집을 하며, 원거리 전송부를 통해서 싱크 노드로 데이터를 전송하는 방식이다.

결국 SAW 센서 기술은 수 m 정도의 무선 원격 계측이 될 수 있으며, 무전원 구동이므로 유지보수가 비용 없게 되고 반영구적 사용이 된다는 특징이 있다. 또한 비교적 정밀하고, 무게가 가벼우며, 패키징이 쉽고, 제작 비용이 적게 든다는 특징이 있다. 이러한 특징들을 고려하게 되면, 무전원 무선센서 기술 관련 연구는 향후 USN 기술의 여

	Passive Rf sensor (제한하는 시스템)	Active sensor node (기존 USN 시스템)
Sensor 배치 구성도		
통신	<p>한정된 범위(수m)에 센서만을 설치하고 하나의 리더로 정보를 수집하여, 원거리(수십m) 전송부를 통하여 싱크노드로 자료 전송</p>	<p>측정하고자 하는 부분마다 센서노드를 설치하여, 네트워크를 구성해서 싱크노드로 자료 전송</p>
센서	<p>센서부 - 무선 - 전송부</p> <p>센서부만을 자유롭게 부착할 수 있어, 센서 설치에 제약이 거의 없음</p>	<p>센서부 - 유선 - 전송부</p> <p>센서노드가 보드이고 발전시스템을 동반하므로 무피문제로 설치에 제약조건이 됨 센서만을 설치할 경우 유선으로 전원 및 신호 연결이 필요함 빔대리로 전원 공급할 경우 폭발 위험이 있는 장소에는 설치가 곤란함.</p>
전원	<p>리더노드에만 전원을 공급하고 센서부에는 전원 공급이 필요 없음 장기 사용시에 리더부 전원만 관리해 주면 되므로, 시스템 관리가 쉬워지고 센서수가 많아 질수록 시스템 가격이 내려감</p>	<p>센서노드 마다 각각 독립전원 공급이 필요함 센서노드의 수가 많은 경우나 센서노드 당 소비전력이 많은 경우는 시스템 구성이 복잡해지고 관리가 어려워지며 시스템 가격이 올라감</p>

그림 9. 기존 센서 배치 구조와 무전원 무선센서 배치 구조

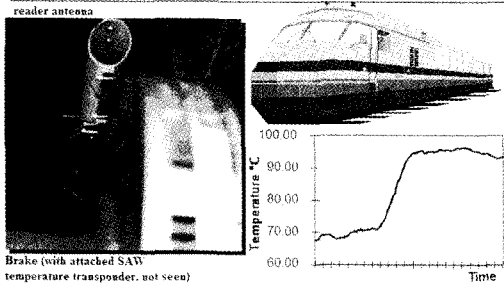
러 분야 중에서 하나의 핵심 기술이 될 것으로 기대한다.

끝으로 SAW 센서 기술이 적용될 수 있는 사례를 알아보도록 하며, 그림 10은 대표적인 SAW 센서 기술 적용 사례를 나타낸다 [8]. 그림 10처럼 SAW 센서 기술은 다양한 분야에 적용 가능함을 알 수 있다. 그림 10(a)의 지하철브레이크온도 측정기는 온도 범위가 넓다는 특징이 있으므로 SAW 센서 기술 적용이 가능할 것이며, 무선으로 통신이 된다. 반면 그림 10(b)의 고압선 온도측정기는 자기장 영향이 있으므로 SAW 센서 기술을 적용하면 될 것이며, 무선 통신이 가능하다. 그리

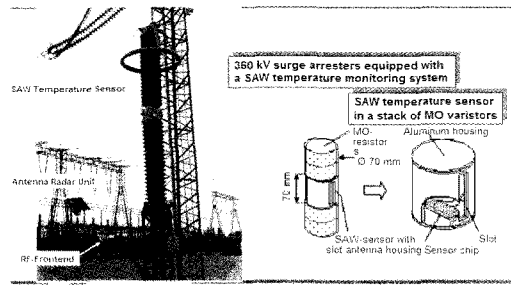
고 그림 10(c)는 로터리 토크센서이며, 무선 방식으로 통신이 되고, 토크 측정 시 토크 영향 없이 측정이 가능하다는 특징이 있다. 그림 10(d)는 타이어 공기압 측정센서이며, 무전원 무선센서 기술이므로 타이어 내부의 압력 측정을 하는데 있어서 적용 가능할 것이다.

5. 결 론

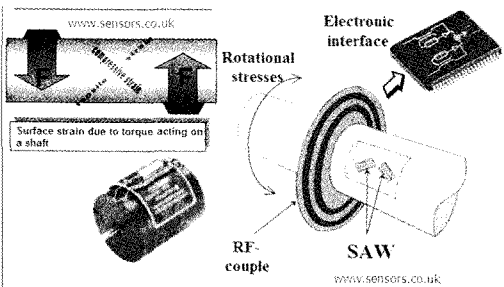
본 논문에서는 USN 기술 동향 및 구축 사례를 소개하였으며, USN 기술에서의 핵심 되는 기술을 설명하고 앞으로의 발전 방향을 제시하였다.



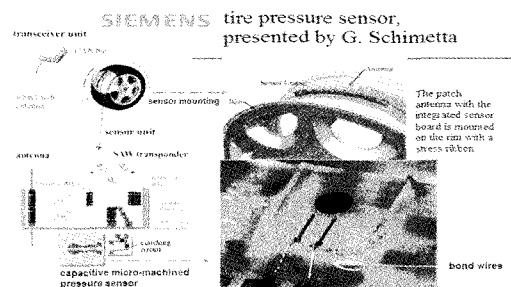
(a) 지하철브레이크온도 측정기



(b) 고압선 온도측정기



(c) 로터리 토크센서



(d) 타이어 공기압 측정센서

그림 10. SAW 센서 기술의 적용 사례 [8]

USN 기술은 최근 여러 센서 네트워크 구축 사례에서 알 수 있는 것처럼 유비쿼터스 환경에서의 지능형 서비스 핵심 기술로 중요한 위치를 차지하고 있다. 특히 공공안전 스마트 모니터링 시스템의 재난 상황 예방은 향후 u-City 환경에서 더욱 필요한 시스템이 될 것으로 예측된다. 그리고 최근 USN 기술 동향처럼 USN 기술은 앞으로도 발전될 수 있는 부분이 많을 것이다. 또한 본 논문에서 설명된 다양한 공공안전 스마트 모니터링 시스템 구축 방안들과 SAW 센서 기술의 적용이 고려된다면, 재난 예방 시스템 측면에서 앞으로 많은 수요가 있을 것이다. 결론적으로, 본 논문에서 제시된 무전원 무선센서 기술의 발전을 통해 더욱 u-City 환경으로 나아갈 수 있게 될 것이다.

참 고 문 헌

[1] 김대영, 홍승기, “스마트 센서 노드 운영체제 기

술”, TTA Journal No. 97, 2005.

[2] 정학진, 김영일, 김운기, 차맹규, “모바일 USN 환경 모니터링을 통한 기후변화 대비 ICT 역할”, TTA Journal No. 120, 2008.

[3] 김은숙, “USN 네트워킹 기술 이슈”, IT Standard Weekly, 2010.

[4] 이상철, 이동하, 강원석, “WiBEEB 방식의 화재 감지 및 대기오염 모니터링시스템 : 대구지하철 역 적용사례”, 정보처리학회지, Vol. 16, No. 3, pp. 83-90, 2009년 5월.

[5] 유원필, “Home Robot에서의 RFID/USN 응용”, TTA Journal No. 105, 2006.

[6] L. Rayleigh, “On Waves Propagating along the Plane Surface of an Elastic Solid,” Proceedings of London Mathematical Society (1885), pp. 4-11.

[7] B. A. Auld, “Acoustic Fields and Waves in Solids,” Vol. 2, Wiley, 1990.

[8] Leonhard M. Reindl, “Wireless Passive SAW Identification Marks and Sensors,” http://www.ieee-uffc.org/frequency_control/teaching

/Reindl_2002_files/frame.htm.

[9] 전호인, "WiBEEEM: u-City 핵심 서비스 구현을 위한 최적의 USN 기술", IT Standard Weekly, 2007.



서 정 준

- 1999년 2월 중앙대학교 제어계측공학과(학사)
- 2001년 8월 연세대학교 전기전자공학과(석사)
- 2010년 8월 연세대학교 전기전자공학과(박사)
- 2010년 11월~현재 대구경북과학기술원 박사후연수연구원
- 관심분야: 무선 센서 네트워크 라우팅 및 포워딩, Wireless PANs, 위성 ATM 망



이 상 철

- 1994년 포항공과대학교 전자전기공학과(학사)
- 1996년 포항공과대학교 전자전기공학과(석사)
- 2002년 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부(박사)
- 1999년~2002년 위덕대학교 정보통신과 겸임교수
- 2002년~2003년 프랑스 국립과학원 post-doc
- 2003년~2004년 한국전기연구원 메카트로닉스연구팀
- 2004년~2005년 대구기계부품연구원 메카트로닉스센터
- 2006년~2008년 삼성SDI, 삼성테크윈 책임연구원
- 2008년~현재 대구경북과학기술원 선임연구원
- 관심분야: USN(energy harvesting, battery-less), RTLS, Tele-operation, U-healthcare



강 민 수

- 2004년 인제대학교 의용공학과(학사)
- 2007년 인제대학교 의생명정보학과(석사)
- 2008년~현재 건국대학교 의학공학과(박사과정)
- 2007년~2008 케이엠에이치(주) 주임연구원
- 2008년~2009 (주)메디칼써프라이 전임연구원
- 2009년~현재 대구경북과학기술원 연구원
- 관심분야: SAW(Surface Acoustic Wave) sensor, 생체신호 처리



이 동 하

- 1985년 경북대학교 전자공학과(학사)
- 2001년 경북대학교 전자공학과(석사)
- 2005년 경북대학교 전자공학부(박사)
- 2006년 경북대학교 경영학과 T-MBA 수료
- 1987년~2005년 (주)LG전자 S/W연구실장
- 2004년~현재 영남대학교 겸임교수
- 2005년~2008년 대구경북과학기술원 연구부장
- 2009년 대구경북과학기술원 선임연구부장
- 2010년~현재 대구경북과학기술원 차세대융합연구센터장
- 관심분야: 영상처리, DTV시스템, 임베디드소프트웨어