WSN 기술 동향 및 응용 기술

원광호 | 황태호 | 김동순 | 김태현
전자부품연구원

요 약

21세기의 사회적, 환경적 변화의 의미뿐만 아니라 기술 발전의 방향까지도 포함하는 유비쿼터스 사회의 핵심 기술 중에 한 가지는 WSN (Wireless Sensor Network) 기술이라 할 수 있다. 본고에서는 WSN과 관련된 핵심 칩 셋 및 소프트웨어의 관련 기술동향을 살펴보고 국외의 재난 방재 및 생태 모니터링뿐만 아니라, 헬스케어 등의 응용사례를 살펴본다.

I. 서 론

21세기는 사회적 측면에서 사회구조가 고도로 세분화되고 복잡하게 구성됨에 따라 사람들의 경제적, 정치적, 문화적, 종교적 요구를 잘 만족시키고 각 개인의 성향과 개성 및 창의성을 더욱 중시하는 방향으로 발전해 나아가고 있다. 이에 따라 미래 산업의 패러다임은 기술 중심 (공급자위주)뿐만 아니라 수요자 (서비스 중심)를 중요시하는 형태로 변화하고 있으며, 저 출산에 따른 선진국들의 인구 감소와 고령화 추세에 따라 사회구조 및 산업의 형태가 변화되고 이들의 주장과 요구가 더욱 거세어 질것으로 예상된다. 현대 기술은 삶의 질 추구 중심의 사회가치 변화함에 따라 생활 속에서 웰빙 실현, Fun 중심의 문화추구, 다운쉬프트 족의 확산 등 쾌적하고 편리하며 안락한 생활을 추구하는 삶의 질 향상을 위한 방향 및 온라인 생활의 확대와 더불어 개인정보 유출, 사생활 침해, 인격 모독 등 역기능의 사회 이슈화되어 사이버 서비스나 컨텐츠에 대한 관리 통제의 필요성이 부각되고 온라인 시큐리티, 온라인 폴리스 기능에 대한 소비자들의 요구를 반영하며 진화하고 있다. 이러한 기술의 발전은 국제 사회적 측면에서도, IT, BT, NT 기술의 눈부시게 향상시켰고, 이들 간의 융합이 급속히 진행되며, 범지구적 차원의 글로벌화로 각국 간의 상호의존성이 증가되는 방향으로 나타나고 있다.

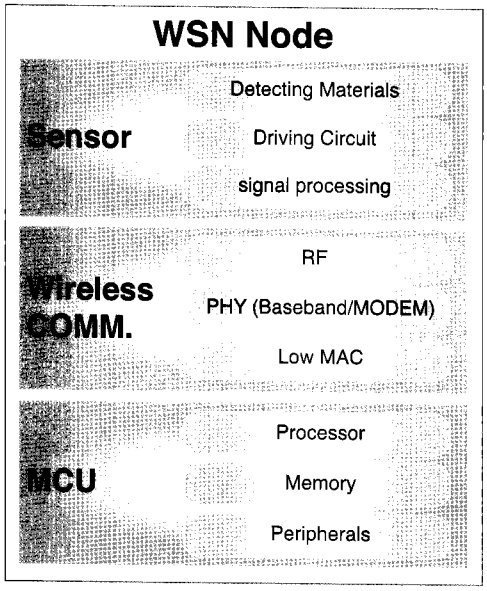
21세기의 사회적 변화, 환경적 변화 그리고 국제 사회적 큰 흐름에 부합하며 사회적 환경적 변화의 의미뿐만 아니라 21세기 기술 발전의 방향까지도 포함하는 의미의 단어가 '유비쿼터스 사회' 라 할 수 있다. 즉, 디지털전자 기술의 급속한 발달로 인해 다양한 종류의 초소형 컴퓨팅 기기가 사람, 사물, 환경 속으로 내재되고, 이들 기기들이 유무선 네트워크로 연결되어 언제, 어디에서나 사람들에게 보이지 않게 정보를 획득, 가공, 전달, 제공 할 수 있는 유비쿼터스 환경이 급속히 확산되고 있다. '유비쿼터스' 란 '언제 어디에나 있는' 을 의미하는 라틴어로 사용자가 시간과 장소에 구애받지 않고 자유롭게 네트워크에 접속하여 정보를 공유하는 것으로 '유비쿼터스 컴퓨팅' 의 준말로 1988년 미국 제록스 Palo Alto 연구소의 Mark Weiser가 처음으로 제시한 개념이다. 유비쿼터스 사회(Ubiquitous Society, 지능기반사회)가 되면 모든 사물이 지능화 · 네트워크화 됨으로써 개인의 삶의 질 향상, 기업의 생산성 증대 및 공공서비스의 혁신이 이루어지고, 이를 통해 국가 전반의 경쟁력이 제고되어지게 된다. 예를 들면 옷 · 시계 · 자동차 · 책상 등 모든 사물에 컴퓨터 칩을 심어 네트워크를 형성해 시간과 장소에 구애받지 않고 다양하고 새로운 서비스를 받을 수 있고, 각 제품에

는 생산 · 유통 · 판매 · 소비의 전 과정에 대한 정보가 내장된 네트워크를 통해 정보화되어 활용됨에 따라 사이버 교육, 사이버 여행, 의료, 홈 네트워크 등 거의 모든 생활에 변화가 예고된다. 이러한 유비쿼터스 환경을 위한 기술을 구현하기 위해 가장 주목받고 있는 기술이 바로 WSN (Wireless Sensor Network)관련 기술들이다. 본 원고에서는 이러한 WSN 기술의 동향 및 응용 분야에 대해 간략히 기술하고자 한다.

II. 기술 동향

1. 소프트웨어 플랫폼 기술 동향

무선 센서 노드는 일반적으로 센서와 무선통신 부분 그리고 micro-controller를 중심으로 한 디지털 주변 장치들로 구성된다. 주로 센서 또는 작동기(actuator)등으로부터 신호처리 결과 데이터 또는 제어 신호를 무선통신의 메시지 송수신을 통해 주고 받는다. 또한, 다양한 환경에 설치되고 독립적으로 동작하는 응용이 대부분인 상황에서 작은 전원장치로 수년의 장기간 동작해야하기 때문에 저전력 동작이 필수적이다.



(그림 1) 무선 센서노드의 구성

무선 센서 네트워크는 수백에서 수천 개의 노드가 설치된 상황을 요구하는 하는 경우가 많다. 이러한 상황에서 일일이 모든 노드의 배터리를 교체할 수 있는 상황이 될 수 없기 때문에 응용에서 요구하는 시스템의 전원 수명을 보장해야 한다. 또한, 수동으로 개별적 노드의 네트워크 설정 등을 할 수 없기 때문에 설치될 때 자동적으로 네트워크 구성과 동작이 이루어져야 한다. 센서 노드는 센서의 신호처리와 같은 기능과 네트워크 프로토콜이 협업하여 동작해야하고, 또한, 센서 데이터 및 상태에 대한 다양한 질의의 기능을 수행할 수 있어야 한다.

이러한 센서 노드의 특성 및 요구사항으로 인해 무선 센서 노드는 효과적으로 시스템을 관리하고 제어 할 수 있는 운영체제가 필요하다. 운영체제에서 동작하는 중요한 작업들은 신호처리, 프로토콜, 주변장치와의 인터페이스 등이다. 주로 8bit CPU에 8KByte 미만의 데이터 메모리, 128Kbyte의 프로그램 메모리를 가진 하드웨어 장치에서 안정적인 동작과 실시간 작업들의 지원, 보안 등의 운영상 요구사항 역시 만족해야한다.

센서노드를 위한 운영체제는 크게 두 가지 방향으로 제안되어 왔다. 잘 알려진 TinyOS와 같은 event- driven 방식의 운영체제는 단순한 구조를 통해 코드 사이즈와 빠른 응답속도를 갖는 장점이 있다. 그러나 비선점(non-preemption)으로 동작하는 방식으로 인해 실시간성 프로그램을 동작시키기에는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점 때문에 기존 시분할 멀티 스레딩(time-shared multi-thread)방식의 운영체제를 센서네트워크에 적용시키는 움직임이 있어왔다.

기존 운영체제에서와 같이 다양한 서비스를 제공하고 각 디바이스 단위로 전원관리가 가능한 장점을 가진 반면에 코드 사이즈와 시스템 응답속도에서는 단점을 갖는다. 이러한 장단점 때문에 한정된 하드웨어 리소스에서 센서 네트워크에서 동작하는 응용에 최적화된 시스템 소프트웨어로서 다양한 운영체제가 제안되었다.

〈표 1〉은 현재 대표적인 몇 가지 WSN용 운영체제들을 나열한 것이다. 초기에 uC/OS-II 또는 Embedded Linux등을 WSN에 적용하기도 하였으나, WSN의 특성으로 인한 제약사항으로 인해 UB Berkely의 TinyOS가 대표적인 운영체제 등장했다. 이후, 다시 WSN에 최적화된 MANTIS OS와 같은 멀티스레인 운영체제가 탑재되기도 했다.

〈표 1〉 센서 노드용 운영체제

운영체제	설 명
TinyOS	SmartDust of UC Berkeley
uC/OS-II	UCLA WINS(Wireless Integrated Network Sensor)
Embedded Linux	WINS NG 2.0
MagnetOS	Cornel University
Eyes OS	EU' s EYES Project
Berata	MIT pushpin project
MANTIS	University of Colorado at Boulder
SOS	UCLA NES Lab
Nano Qplus	ETRI
Contiki	Swedish Institute of Computer Science
T-Kernel	T-Engine, TRON Project

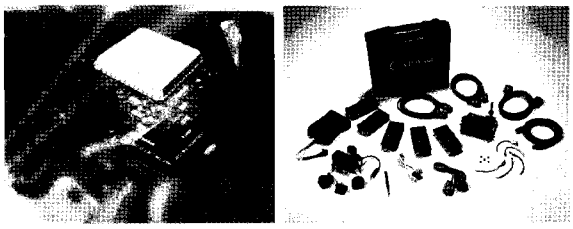
국내의 ETRI에서 개발한 Nano-Qplus는 잘 정의된 개발 툴과 응용에 적합한 스케쥴러를 선택적으로 빌드할 수 있는 기능을 제공한다.

2. WSN 칩 셋 기술 동향

WSN을 위한 칩 개발 동향을 살펴보면 국외에서는 TI, Jennic, ZMD, ATMEL, Motorola 및 Philips semiconductor 등에서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 제공해주는데 필요한 근거리 무선 통신용 소형, 저가, 저전력 및 저속의 무선 칩셋에 대하여 개발을 진행하거나 제품을 출시하고 있으며 국내에서는 삼성전기, 레이디오 펄스, 전자부품연구원 등에서 저가, 저 전력 및 저속의 무선통신 칩을 개발하고 있다.

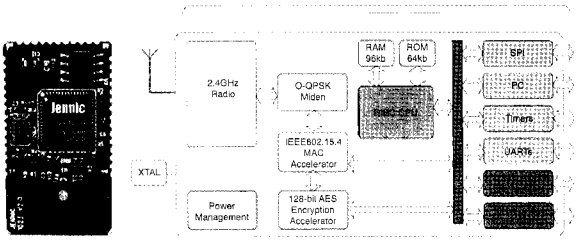
현재 TI로 합병된 Chipcon 사는 2002년부터 IEEE 802.15.4 호환 2.4GHz RF와 Baseband기능을 가진 CC2420을 제공하고 있으며, 현재 많은 센서네트워크 응용 및 기술개발에 활용되고 있다. Chipcon 사는 2006년 초 8051 core의 MCU와 CC2420의 기능을 포함한 SoC인 CC2430을 제공하고 있으며, Location engine 기능을 가진 IEEE802.15.4 규격의 2.4GHz ZigBee one chip SoC인 CC2431을 출시하였다. 이러한 location engine은 onboard 형태의 location detection engine으로 3m 이하의 정확도를 가진 위치 탐색 기능을 제공한다.

영국의 Jennic사는 Chipcon사 보다 앞선 2005년 초에 JN5121의 ZigBee 호환 SoC를 출시했다. 현재 한국무선네트워크(Korwin)와 협력하여 Network Stack 및 응용 프로파일



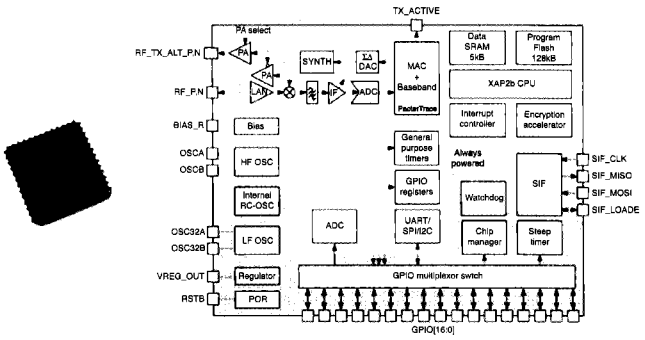
(그림 2) Chipcon CC2430 & ZigBee Development Kit

등을 개발하고 인증을 받아 Jennic을 통해 전 세계에 판매중이다. 32bit OPEN RISC chip으로서 센서 네트워크에서 요구하는 정도의 대용량의 데이터를 처리하기에 타사의 칩보다 월등히 뛰어난 성능의 MCU성능을 보이고 있고, Flash가 아닌 ROM에 MAC 및 Network 스택이 탑재되어있어서 가격경쟁에서도 유리한 면을 가지고 있는 상태이다.



(그림 3) Jennic - JN5121

미국의 ember사는 2.4GHz IEEE 802.15.4와 호환성을 가진 SoC인 EM250을 개발하였고 low power, low cost, mesh 네트워크에 근 한 프로토콜을 지원하는 최초의 network processor인 EM260을 개발하여 제공하고 있다.

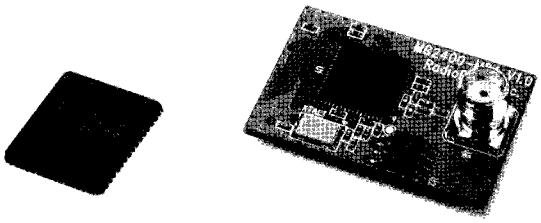


(그림 4) EM250 칩 셋 및 Block Diagram

ATMEL사는 cost-effective, high reliable한 ZigBee solution을 제공하기 위해 Z-Link product를 제공하고 있으며 AT86RF210 Z-Link Tranceiver는 868MHz 및 915MHz대역에서 동작하는 RF tranceiver IC로 외부에 AVR과 같은 프로세서를 필요로 한다.

Freescale사는 MC13191과 MC13192 RF Transceiver를 개발하였다. 또한, MC1321X버전을 내놓으면서 SiP를 실현하였는데, 특히 MC13192는 IEEE802.15.4 표준을 지원하는 modem을 포함하고 있으며 point-to- point와 star 및 mesh networking을 지원한다.

국내의 WSN 하드웨어 관련 칩 셋 개발은 삼성전기와 RadioPulse사에서 핵심 SoC 칩 셋을 개발하였다. 삼성전기는 삼성종합기술원과 공동으로 위치인식 저전력 센서 네트워크 표준화를 진행하고 있는 IEEE 802.15.4a에 표준을 제안하였다. 한편, RadioPulse 사가 개발한 MANGO(MG2400)은 2.4GHz IEEE 802.15.4 표준을 만족하는 single chip SoC이며 2005년 말에 출시되었다. 또한 자체 개발한 MANGO 칩 셋을 이용하여 LIME(LM2400)의 모듈을 통한 개발키트를 제공하고 있으며 여기에 ZigBee Network Stack까지 제공하고 있다.

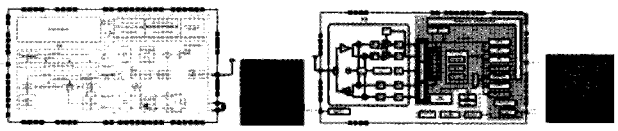


(그림 5) Radiopulse 사의 MANGO 칩 셋 및 LIME 모듈

전자부품연구원에서는 IEEE 802.15.4 표준을 지원하는 868/915MHz 및 2.4GHz 대역의 칩셋을 개발하였으며 관련 초소형 세라믹 안테나 또한 자체기술로 개발하였다. 그리고 현재 8051-core와 Hardwire Low MAC기능의 장점을 가진 one chip SoC를 개발하였다.

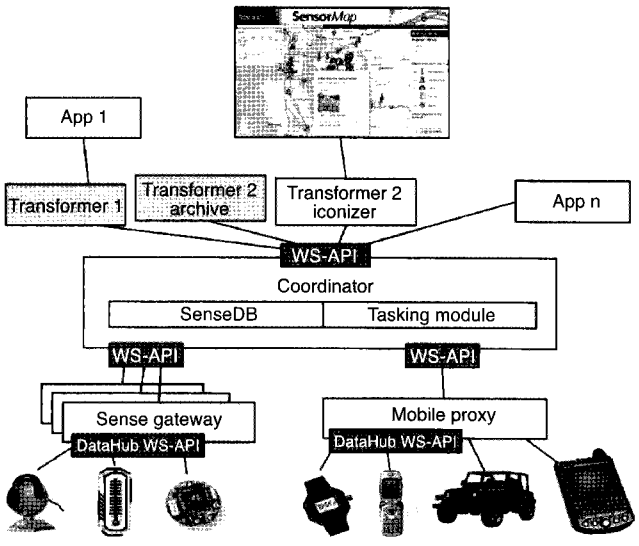
3. WSN 서비스 기술 동향

마이크로소프트 리서치 센터에서는 사용자 개개인으로 하여금 실시간 정보를 시각화하고 질의(Query)할 수 있는 개



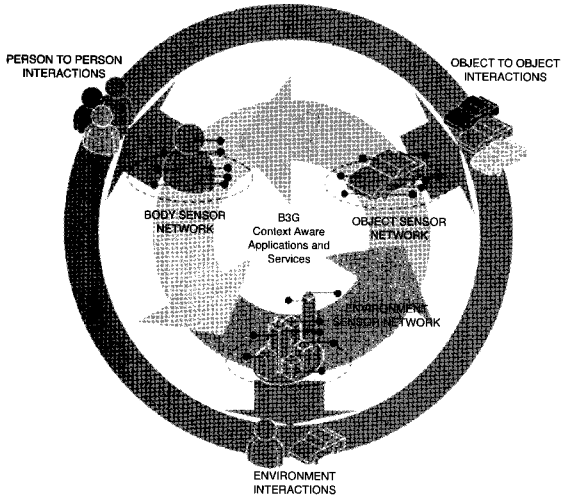
(그림 6) 전자부품연구원의 Sub-1GHz 및 2.4GHz SoC

방형 소프트웨어 아키텍처를 발표했다. SensorWeb(http://research.microsoft.com/nec/senseWeb/)으로 명명된 이 아키텍처는 Wikipedia나 YouTube에서 사용자 개개인에 의해 생성된 정보 및 미디어들이 인터넷을 통해 공유되는 것과 같이 세계의 참여자들이 제공하는 센서 데이터를 인터넷을 통해 접근할 수 있는 방법을 제공한다. SensorWeb은 웹서비스 API를 통해 사용자의 센서 데이터를 공유할 수 있는 방법을 제공할 뿐만 아니라 제공된 센서 데이터에 대한 질의 및 사용 방법을 제공함으로써 다양한 서비스 어플리케이션의 개발을 지원한다. 마이크로소프트사는 사용자에 의해 공유된 센서데이터를 온라인 지도상에 표현해주는 SensorMap을 통해 이러한 서비스 어플리케이션의 개발 사례를 보여주고 있다. SensorMap은 센서 데이터에 대한 질의 및 지도 정보와 연계된 시각화 기능을 지원한다.



(그림 7) MS의 SensorWeb 개방형 아키텍처

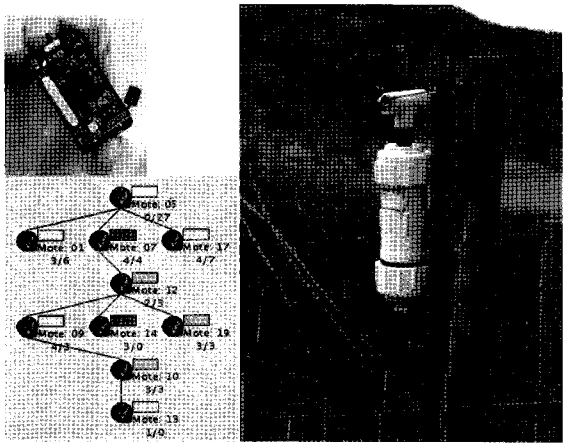
또한 EU의 ITS(Information Technologies Society)에서는 e-SENSE 프로젝트를 통해 센서네트워크를 B3G(Beyond 3G) 시스템과 통합하는 플랫폼에 관한 연구를 수행하였다. e-SENSE는 BSN(Body Sensor Network), OSN(Object Sensor Network), ESN(Environment Sensor Network)와 같은 다양한 센서네트워크간의 상호작용을 통해 수집된 센서정보로부터 상황인지를 통해 사용자의 상태를 추론하고 추론 결과를 이용하여 B3G 시스템을 통해 다양한 서비스를 제공하기 위한 서비스 플랫폼이다.



(그림 8) e-SENSE의 개념

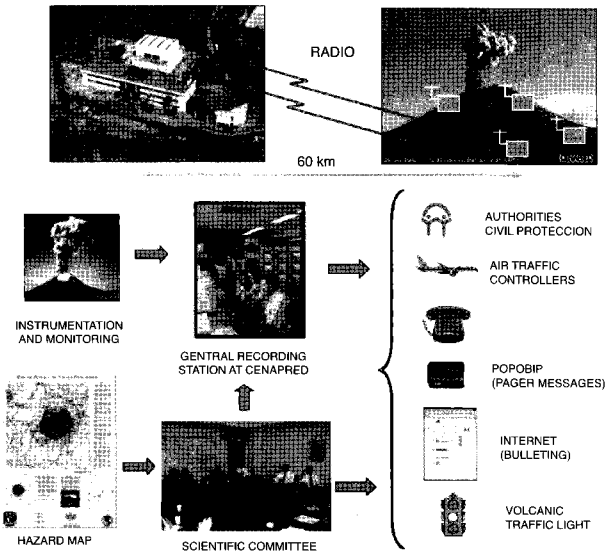
III. 응용 사례

Intel Research와 캐나다의 Agriculture and Agri-Food Canada는 현재 무선 센서 네트워크를 이용하여 캐나다 남부 British Columbia 부근의 대지에 온도 및 다양한 환경 정보를 수집하여 자연 재난에 따른 피해를 사전에 줄이고자 하고 있다. 장기적으로는 이들 센서들이 보내는 데이터를 저장 분석하여 재난을 사전에 예방할 수 있는 방안을 연구 중에 있다. 여기서는 TinyOS 환경의 모트(Mote) 센서를 사용하고 있으며, 저전력 무선네트워크를 활용하여 관시 사무실의 PC에 연결되어 활용하도록 되어 있다.



(그림 9) Mote 센서 Device

멕시코지역은 기타 지역에 비하여 화산활동이 다소 활발하게 일어나고 있는 곳이다. 지진이나 화산으로 인한 피해가 전체 자연재해 중 30%이상을 차지하고 있다. 멕시코 당국(Mexican National Center for Disaster Prevention)은 화산에 다른 재해 및 피해를 줄이기 위해 위험 경보 시스템 및 모니터링 시스템을 구축하였다. 실재 화산 및 지진이 발생되면, 지진계 등에 장착된 센서 및 통신시스템에서 경보 메시지를 알려주게 된다. 이때 진동의 규모 및 열 등의 정보도 함께 전송하게 되어 그 규모의 정도를 파악할 수 있게 한다.



(그림 10) 화산 폭발에 따른 재난 신호에 따른 다양한 처리 과정

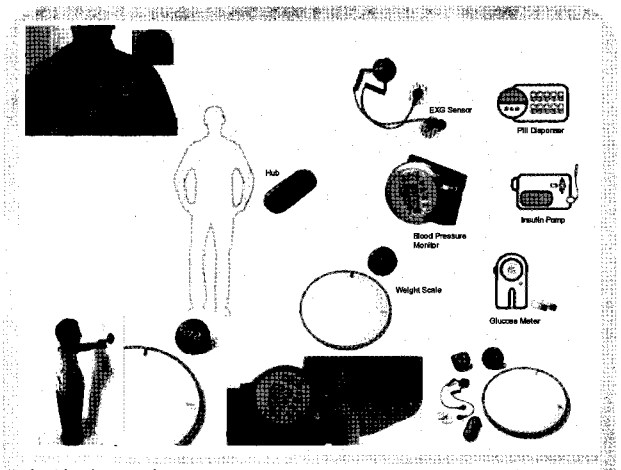
일본의 경우, 지리적인 특성상 지진에 대한 피해가 전체적인 자연재해 중에서 큰 부분을 차지하고 있다. 실제 다른 나라보다 지진이 일어나는 빈도가 높게 나타나고 있으며, 이에 따른 다양한 부수적인 재해를 유도하기도 한다. 이러한 이유에서 일본은 국가적으로 지진에 따른 피해를 최소화하기 위해 다양한 대응책을 만들어 활용하고 있다. 일본은 정부의 주도하에 기업 및 연구단체에서 지진에 따른 재난방지 기술을 연구하고 있으며, 주로 다양한 센서를 활용한 무선 통신기술을 기반으로 하고 있다.

미국의 경우에는 Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996을 통해 의료정보서비스를 의무화하였으며 ATA(American Telemedicine Association)등을 중심으로 관련 연구와 사업화가 추진 중에 있다. 정책적으로 e-Heath 산업을 6개 분야로 나누어 발전시키고 있으며, 산업분야로는 Consumer Information Services, Support Groups, Prescription, Drug Sales, Medical Advice and Diagnosis, Contract Health Services, 그리고 Health Business Support Services 가 있다.

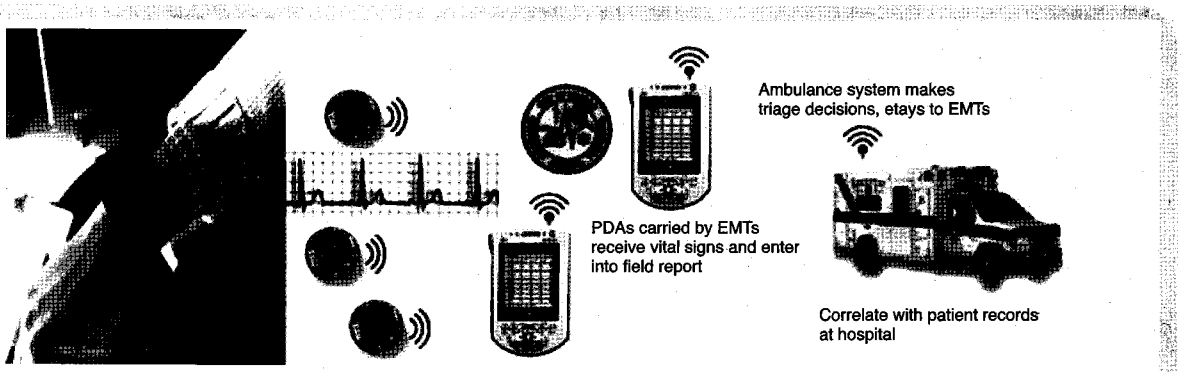
Elite care의 Oatfield Estates는 은퇴한 고령자를 대상으로 포틀랜드 오레곤에서 양로원을 운영하며, 건강 체크 변기 센서, 침대센서, 약 복용 알람 시스템 등의 서비스를 제공하고 있다.

CodeBlue는 의학적인 관리를 위한 무선 센서 네트워크라 할 수 있는데, 하버드 대학에서 자체개발한 "Wireless Vital Sign Sensors"를 통해 착용자의 상태를 감지하여 이상이 있을 시에는 PDA 또는 휴대전화를 통해 상태를 확인하고 앰뷸런스 등의 병원 측에 전달하여 빠른 대처를 할 수 있게 만든다.

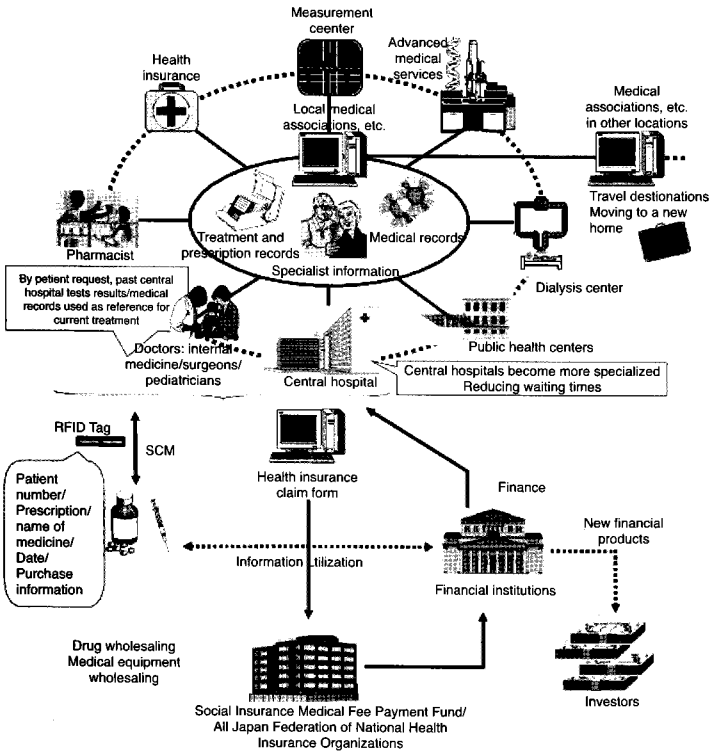
2005년 IBM Design Center에서 Mobile Health Wireless Healthcare Solution을 선보였다. 단순한 디자인에 대한 개념을 넘어, 이동환경 중에서의 개인 건강측정이라는 기술적 가능성을 제시하였다. 이는 IBM의 Pervasive, Mobile wearable computing 연구의 일환으로 구현된 m-Health 솔루션으로 착용형 컴퓨터(wearable computer), 이동통신 단말 기술의 활용을 위하여 다양한 응용플랫폼들을 제시하였다. 서비스 모델은 직접적으로 개발하지는 않았지만 다양한 건강관리 서비스에 적용할 수 있는 핵심기술에 집중하고 있으며, IBM사의 기술적 경쟁력을 바탕으로 건강관리 분야로 그 경쟁력을 심화시키려는 추세이다.



(그림 12) IBM의 Mobile Health Wireless Healthcare Solution



(그림 11) 하버드 대학의 CodeBlue 프로젝트



(그림 13) e-Japan Medical Service

일본 역시도 정부의 적극적인 정책을 통해 u-Healthcare 산업을 발전시키고 있는데, Grand Design의 일환으로 2001년 Healthcare 정보화를 시작하여 미래지향적인 프로젝트를 추진 중에 있다. 2006년까지 400침상이상 보유 병원의 경우 60%가 e-병원시스템을 도입하도록 하고, 보건소의 60%가 전자진료시스템 도입을 이룬다는 목표를 설정하였다. 또한 정부가 정책적으로 의료표준화, 정보인프라 구축, 시범사업 추진, 시스템 도입 및 정보시스템 유지관리, 홍보강화 등을 추진하고 있다. 일본이 개발 중인 측정 시스템으로는 전자환자진료기록시스템, 처방 시스템, 실시간 의료지원 시스템, 원격건강관리지원시스템, 환자불만처리 시스템, 의학용어/코드/양식에 대한 전자정보전달형 표준화 시스템이 있으며, U-Healthcare 서비스를 위한 종합적인 시스템 개발이라고 할 수 있다.

(그림 14) EU의 Mobile Health 프로젝트

유럽공동체(EU)는 'e-Europe 2005' 에 기반을 두어 유럽연합 전역에 광대역 네트워크를 구축하고 이를 통해 보건정보화 실현을 추진하고 있다. 전자건강카드, 건강 정보네트워크, 온라인 건강 서비스 등의 제공을 그 목적으로 하고 있다. 2002에서 2003년에는 14개 기관이 참여하여 mobile health project를 수행 하였으며 모바일 헬스케어 시스템의 유용성 및 개발에 대한 실험을 실시하였으며, 특히 영국의 NHS사는 2003년부터 의료영상의 디지털화를 시작하였으며, NHS Direct 웹사이트를 통해 전화, 온라인, 디지털 위성 TV등의 매체를 활용하여 건강정보를 제공하고 있는 상태이다.

IV. 결 론

WSN기술은 현재 전 세계적으로 장기적인 불황을 겪고 있는 IT 산업의 새로운 돌파구로 향후 우리나라가 5~10년 후에 먹고 살아갈 신 성장 동력 산업으로써, 새로이 대두되는 바이오/나노 등의 기술과의 융합에 기반 인프라를 제공하며, 현재 세계 각국이 경쟁적으로 연구개발에 투자하고 있는 유비쿼터스 사회를 조기에 달성하여 핵심기술, 표준화, 인력양성, 수출 및 국가경쟁력을 동시에 확보할 수 있다는 점에서 아주 유망한 융합기술이라고 볼 수 있다.

또한, WSN기술은 급변하는 유비쿼터스 시장의 Time-to-Market 요구를 만족시키기 위한 가장 시장에 근접해 있는 기술로써, 제품의 생명주기(Life-Cycle)가 지극히 짧은 산업의 특성을 고려하여 향후 개발될 신기술을 적극 수용할 수 있는 확장성과 이식성이 용이하며, 각 이종산업 간에 유기적인 결합을 가능하게 하는 u-IT 융합기술이라고 할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Davies R. W. "The Data Encryption standard in perspective," Computer Security and the Data Encryption Standard, pp. 129-132.(http://www.nist.gov/aes).

[2] David Gay, Philip Levis, David Culler, Eric Vrewer. NesC 1.1 Language Reference Manual. May 2003.

[3] R.A.Scholtz, R, Weaver, E. Homier, J. Lee, P. Hilmes, A. Taha, and R. Wilson, "UWB Radio Development Challenges" Proceedings of IEEE PIMRC 2000, vol.1, pp, 6220`625, September 2000.

[4] R.Ramaswami and K. Sivarajan, Optical Networks: A Practical Perspective, Second Edition, Morgan Kaufmann, 2001.

[5] A. Srinivas and E. Modiano, "Minimmum Enery Disjoint Path Routing in Wireless Ad Hoc Networks," Proceedings of MOBICOM 2003, pp.122-123, September 2003.

[6] R. Zheng and R. Kravets, "On-Demand Power Management for Ad Hoc Networks," Proceedings of IEEE INFOCOM 2003, vol.1, pp.481-491, April 2003.

[7] R.Zheng, J.C. Hou, and L.Sha, "Asynchronous Wakeup for Ad Hoc Networks," Proceedings of ACM MOBIHOC 2003, pp.35-45, June 2003.

[8] Home Network special report TTA Journal 2005. 5.6 월호

[9] p.36-44. Wireless Technology, EDN Asia May,2006

[10] MRF 응용서비스분과 "모바일RFID 응용서비스", Jun. 2006.

[11] 김채규, 김홍남, 임채덕 "유비쿼터스 시대를 향한 임베디드 소프트웨어 발전 방향 및 개발 전략", Telecommunication Review 제 13권 1호, 2003년 2월

[12] 원종호, 이미영, 김명준 "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 RFID기반 센서 데이터 처리 미들웨어 기술 동향", 전자통신동향분석 제19권 제5호, 2004년 10월

[13] 황재각, 정태수, 김영일, 이용준 "RFId 미들웨어 기술 동향 및 응용", 전자통신동향분석 제20권 제3호, 2005년 6월

[14] 한국 IBM "IBM 유비쿼터스 컴퓨팅 연구소", 2005년

[15] 한국과학기술정보연구원 "유비쿼터스 미들웨어 기술 동향", 2004년 12월

[16] 전남대학교 "유비쿼터스 컴퓨팅에서 상황 인식을 위한 미들웨어 및 응용 연구",정보통신기초기술연구과제 보고서, 2005년 6월 14일

[17] 한국전산원 u-전략팀 "디지털 컨버젼스로 나타나는 유비쿼터스사회", 유비쿼터스사회연구시리즈 23호, 2005년 9월 8일

[18] 장대석 "유비쿼터스 서비스가 변혁시키는 IT 세계", 한국과학기술정보연구원

[19] 김원호 "유비쿼터스 컴퓨팅 사회의 현대와 미래", 한국과학기술정보연구원

[20] 박한솔, 김문희 "임베디드 소프트웨어 기술동향", 2006년

[21] 김정환, IT정보단 정보조사분석팀 "세계 모바일 미들웨어 시장, 2007년 약 16억달러 규모로", 2004년

[22] 전황수, 조원진, "유비쿼터스 시대의 새로운 서비스 모델 창출 방안 연구", 전자통신동향분석 제 19권 제 6호, 2005

[23] 한국전산원, "통계로 본 2010년 유비쿼터스사회 조망", 2005

[24] IT SOC 메거진, 유비쿼터스 센서 시장 및 기술 동향 , 정선호, 이민경, 김재준, 2006.7.2

[25] KRIHS Gazette, Vol.24, The Revision Plan of the Fourth Comprehensive National Territorial Plan, January, 2006

[26] KOTEF ISSUE PAPER06-4, 우리나라의 유비쿼터스 정책 및 산업 현황과 발전 방향, 이성국, 2006년 4월, 한국산업기술재단

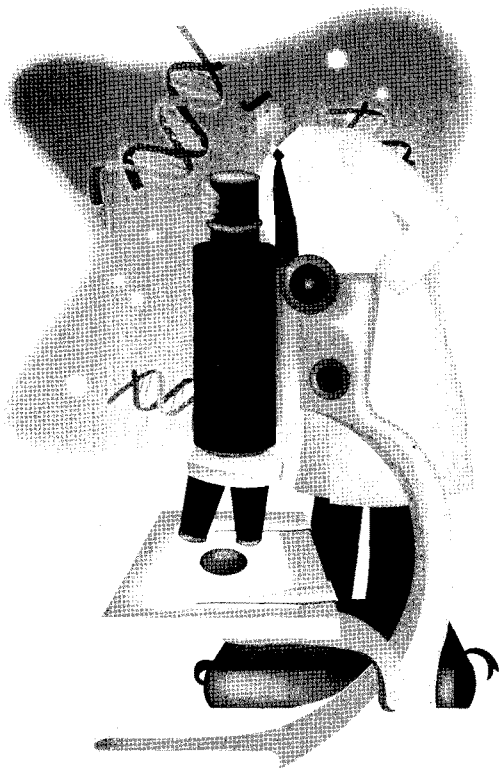
[27] TAKIZAWA Osamu, Ubiquitous Communications Technology for Disaster Mitigation, Journal of the National Institute of Information and Communications Technology Vol.52 Nos.1/2 2005

[28] RESCUE(Responding to Crises and Unexpected Event, http://www.itr-rescue.org/, ITR-RESCUE is part of the California Institute for Telecommunications and Information Technology (Calit2) and its IT infrastructure

is provided by Responsphere

[29] Klaus Oesch, Ubicom Japan and China 2006, TEKES, April 2006

[30] Carl Hartung, Richard Han, Carl Seielstad, and Saxon Holbrook, "FireWxNet: A MultiTiered Portable Wireless System for Monitoring Weather Conditions in Wildland Fire Environments," MobiSys' 06, June 19-22, 2006, Uppsala, Sweden.



약 력

원 광 호

1981년 단국대 전자공학 학사
2004년 중앙대 정보통신 석사
2007년 광운대 전자통신 박사수료
현재 전자부품연구원 유비쿼터스컴퓨팅센터 책임연구원
관심분야 : WPAN(ZigBee, UWB) 기술, 지능형 홈 네트워크

황 태 호

1998년 한국외국어대학교 컴퓨터공학과 학사
2000년 한국외국어대학교 컴퓨터공학과 석사
현재 전자부품연구원 유비쿼터스 컴퓨팅센터 선임 연구원
관심분야 : Real-time OS, MAC/NWK Protocol

김 동 순

1997년 인하대 전자재료공학과 학사
1999년 인하대 전자재료공학과 석사
2005년 인하대 전자재료공학과 미디어시스템 박사
현재 전자부품연구원 모바일단말 연구센터 책임연구원.
관심분야 : 임베디드 하드웨어, SoC Design

김 태 현

1999년 한국외국어대학교 컴퓨터공학 학사
2001년 충남대학교 컴퓨터공학 석사
현재 전자부품연구원 유비쿼터스연구센터 연구원
관심분야 : WSN 기술, 상황인지 기술