

제 1 부

[기술강연]

발 표 [4]

USN overview 기술 교육 방안

- 서창수 선임연구원(한백전자) -

Ubiquitous Sensor Networks Overview

Suh Changsu

Hanback Electronics Research Center

Contents

- **Background**
- **WSN MAC Protocols**
- **WSN Routing Protocols**
- **IEEE 802.15.4 Standard**
- **USN Applications**
- **Hanback USN Equipments**

Background

☉ 유비쿼터스 컴퓨팅

- 언제, 어디서 사용자가 인지하지 않더라도 필요한 정보나 서비스를 제공할 수 있는 기술

☉ 유비쿼터스 사회의 기반기술: USN

- 사람의 행동패턴 및 주변 환경을 감지할 수 있는 기술
 - ✓ 보다 지능적인 서비스 기능
- USN의 기본 목적
 - ✓ 데이터 수집, 데이터 처리, 무선 통신을 통한 네트워크 형성

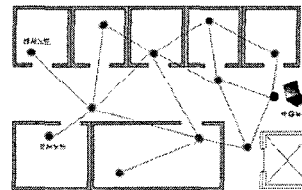
☉ 가까운 미래에 가장 주목 받을 기술로 평가

[MIT's Technology Review, Feb. 2003]

Ubiquitous Sensor Networks

☉ Ubiquitous Sensor Networks

- RFID와 무선 센서 노드들로 구성되는 네트워크:
 - ✓ RFID 태그 감지 및 주변 환경 센싱
 - ✓ 무선 통신을 통한 자유로운 네트워크 형성
 - ✓ 관심을 두는 현상에 대한 정보 수집, 모니터
- 구성된 네트워크의 유지
 - ✓ 무선 노드들끼리 무선 통신을 통해 기간망과 연결된 Sink 노드 (수집 노드)에게 수집된 데이터 전송

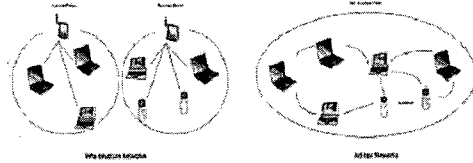


- 향상된 Ad-Hoc network를 이용한 자율 통신망 구축

USN vs. Ad Hoc Networks

㉠ 비슷한 점:

- 동적 토폴로지를 가짐
- 통신 구간의 공유(공기, 물)
- Self-organization
- Energy limitation
- 참가 노드들이 라우팅 기능을 가짐



㉡ 다른점 (USN):

- 일반적으로 훨씬 제한된 자원을 가짐(power, size, memory, etc)
- 훨씬 많은 센서 노드를 가짐
- 혹독한 환경에서 임무 수행
- 초기 배치가 끝난 후, 거의 움직임이 없음

USN의 특성

㉠ 응용 프로그램 지배적

- 각 응용 프로그램에 따라 최적화 되어야 할 특징이 다름

㉡ 통신 환경

- 응용이나 프로토콜에 따라 독특한 데이터 트래픽을 가짐

㉢ 거대한 통신망

- 데이터 패킷 혼잡, 충돌이 발생.
- 센서 수에 따른 확장성을 가진 네트워크, 유지하기 쉬운 topology

㉣ RF 인터페이스 Sleep

- 제한적 배터리 파워 고려

Operating System in USN

➤ Various choices, dependent on the platform

- Tiny OS, NanoQplus (ETRI), MOS (MANTIS OS), PALOS (Power Aware Lightweight OS), Embedded Linux

➤ 현재 대부분의 무선 센서 노드는 보다 다양한 USN 응용 프로그램을 가지고 있는 TinyOS를 주 운영체제로써 사용하고 있음.

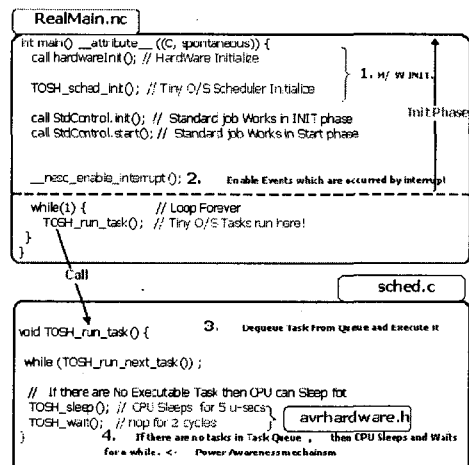
➤ TinyOS의 특징

- System programming language: NesC
- No kernel: User와 Kernel 간의 구분이 없음
- Simple process management: simple FIFO queue schedule
- No virtual memory: single linear physical address space
- No dynamic memory allocation: compile time에서 주소 확정

Power Saving in TinyOS

➤ Main (Includes Scheduler)

- TinyOS는 실행할 Task가 없을 경우, 에너지 소모를 최소화하기 위해 자신의 CPU를 Sleep 모드로 전환한다.
- Atmega 128 CPU인 경우, CPU의 연산은 중단되지만, 인터럽트 및 타이머등은 계속해서 동작된다.



WSN MAC Protocols

S-MAC (Sensor-MAC)

⇒ Motivation

- 센서노드는 대부분의 시간을 사건이 일어나기를 기다림.
 - ✓ 대부분의 센서 노드는 idle상태임
- RF전력을 절약하기 위해서 가능한 오래도록 노드를 sleep

⇒ Basic Idea

- 노드가 가지는 두가지 상태 : 'active', 'sleep'
 - ✓ 노드가 sleep일 때 RF전력을 차단
 - ✓ 노드가 active일 때 통신 가능



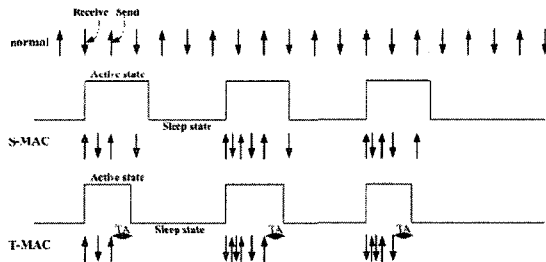
T-MAC (Timeout-MAC)

☞ Motivation

- 불필요하게 긴 Active state 구간을 줄임

☞ Basic Idea

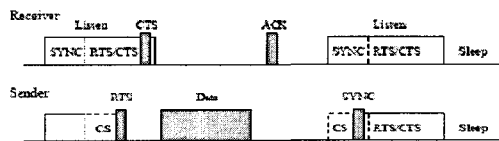
- S-MAC과 유사하게 동작
- active 구간에서 전송이 끝나는 시점에서 sleep
 - ✓ Duty-cycle이 가변적.



TEEM (Traffic aware, Energy Efficient MAC)

☞ S-MAC의 단점

- S-MAC 은 전체 Listen 시간 동안 모든 노드가 깨어있어야 함



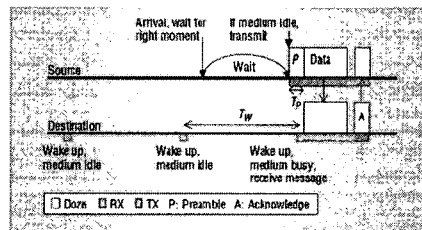
☞ Basic Idea

- 데이터 트래픽을 고려한 adaptive 한 listen period 제안
 - ✓ 수신 구간의 SYNC를 분리: SYNC_{data}, SYNC_{nodata}
 - ✓ 데이터 보낼 때 SYNC_{data}에서 SYNC전송

WiseMAC

☞ WiseMAC: 단일 채널 contention protocol

- CSMA에 기초하여 S-MAC 처럼 listen/sleep가 반복
- 만약 노드가 the medium busy 를 listen구간에서 발견하면, 매체가 idle상태로 가거나 데이터를 수신할 때까지 listen을 유지.
- Listen구간을 짧게 하여 전력소비를 줄임.



B-MAC (Berkeley MAC)

☞ B-MAC의 특징

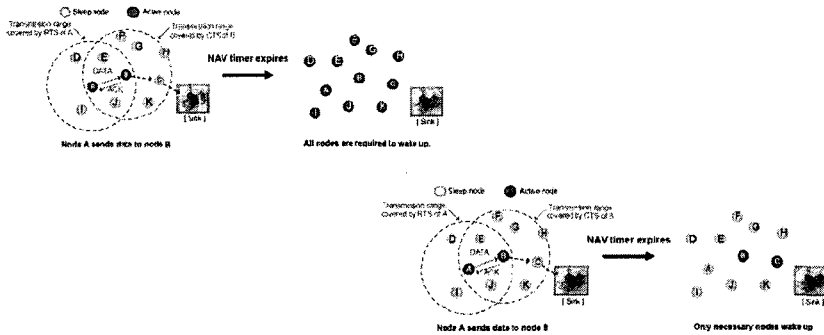
- Low Power Listening (LPL)
 - ✓ idle listening을 줄이기 위해서 WiseMAC처럼 preamble sampling scheme을 사용
- No RTC-CTS mechanism
- Simple Implementation, Small Code and RAM Size

Protocol	ROM	RAM
B-MAC	4386	172
S-MAC	6274	516

MAC-CROSS

MAC-CROSS의 특징

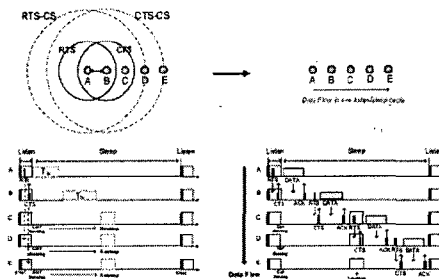
- Cross-Layer 기법을 활용한 에너지 효율적 통신 기법
- Routing Agent로부터 Next Hop Address 정보를 얻어와 보다 Compulsory wake-up 문제를 해결.



LE-MAC (Latency and Energy aware MAC)

LE-MAC의 특징

- 에너지와 전송지연의 관계를 개선한 효율적 경로 설정 기술
- 에너지 효율성과 전송지연을 동시에 해결하기 위해 Carrier Signal 와 Cross layer 기법을 이용하여 에너지 효율성과 전송지연간의 Balance를 맞춘 MAC 프로토콜.

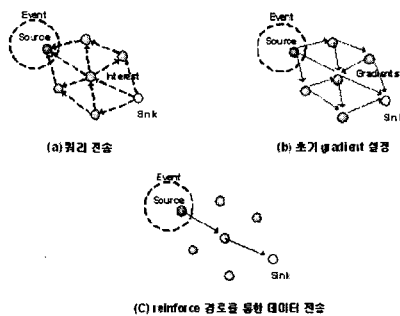


WSN Routing Protocol

Directed Diffusion 동작

⇒ Diffusion의 동작

- 처음 sink 노드에서 원하는 센싱 정보를 얻기 위해서 해당 쿼리를 전체 센서 노드에게 전달한다.
- 쿼리를 받은 노드는 일단 그 쿼리를 전달해 준 노드의 아이디와 쿼리의 정보를 기억해 놓는다. 이와 같은 설정을 **gradient**라고 한다.
- sink는 좀 더 많은 데이터를 얻기 위해 센서 노드의 데이터 생성 주기를 높이고자 다시 한 번의 쿼리를 전송하고, **reinforce** 기법을 통해 라우팅 패스의 단일화를 시도한다.



Directed Diffusion의 특징

➤ Advantage

- Scalability
- 전체 network topology를 유지할 필요 없음
- on-demand, caching mechanisms으로 에너지의 효율적 사용

➤ Disadvantage

- 컨트롤 패킷 오버헤드
- 라우팅 패스를 찾기 위한 단계가 복잡함.

Energy Efficient Routing

➤ Motivation

- 기존 라우팅은 최적화된 하나의 패스만을 찾음.
- 하나의 패스에 속한 노드들은 지속적으로 에너지 소모
- 다른 노드들과의 에너지 레벨 불균형 -> 끊겨진 서브넷의 생성

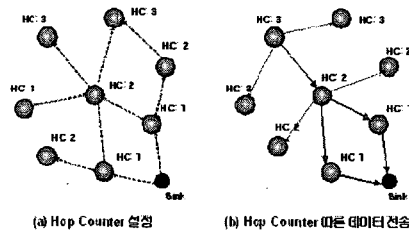
➤ Basic Idea

- 예비 패스를 확보하여 네트워크의 생존율을 높임.
- 수학적 확률을 통해 멀티 패스로 데이터 전송.

Gradient-Based Routing

⇒ GBR (Gradient-Based Routing)

- 각 노드는 자신부터 Sink 까지의 홉수를 기록
- 각 노드는 홉수를 height 혹은 Gradient라고 함
- Gradient가 작은 방향으로 데이터 전송하면 결국 Sink가 데이터를 수신할 수 있음.



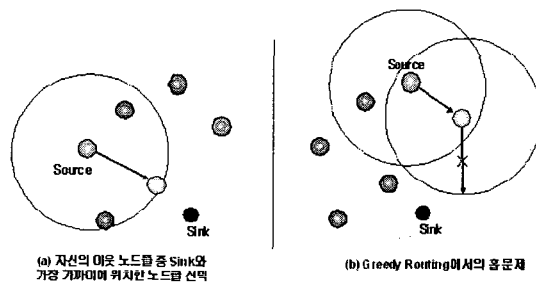
Greedy Routing

⇒ Assumption

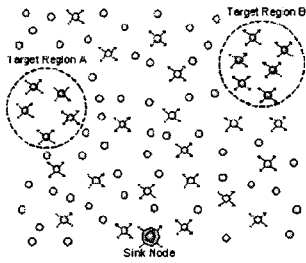
- 모든 노드가 자기의 위치를 알고 있음
- 모든 노드들은 싱크 노드의 위치를 알고 있음.

⇒ Basic Idea

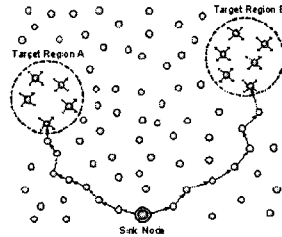
- Greedy 를 가능한 멀리 전달
- RF한계내의 노드중 싱크노드에 가장가까운 노드에 데이터 전달



Geocasting for Multi-Regions



(a) Flooding of interest message

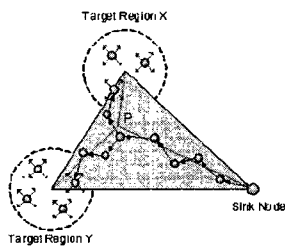


(b) Simple greedy forwarding of interest message

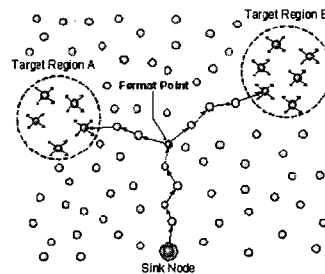
➡ 멀티 Region에 데이터 전송

- Flooding 기법은 network traffic을 매우 증가시킨다.
- 멀 Region에서는 Geocasting protocol이 최적의 경로를 제공할 수 없다.

Proposed FERMA scheme



(a) Fermat Point applied in Sensor Networks



(b) The proposed FERMA forwarding

- ➡ FERMA Point : 삼각형의 꼭지점으로 부터의 거리의 합이 최소가 되는 점
- ➡ FERMA algorithm은 싱크노드와 관심 영역에 가상 삼각형을 설정한다
- ➡ Fermat Point를 통해 데이터를 멀티 Region으로 전달

Hierarchical Routing

➤ LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy)

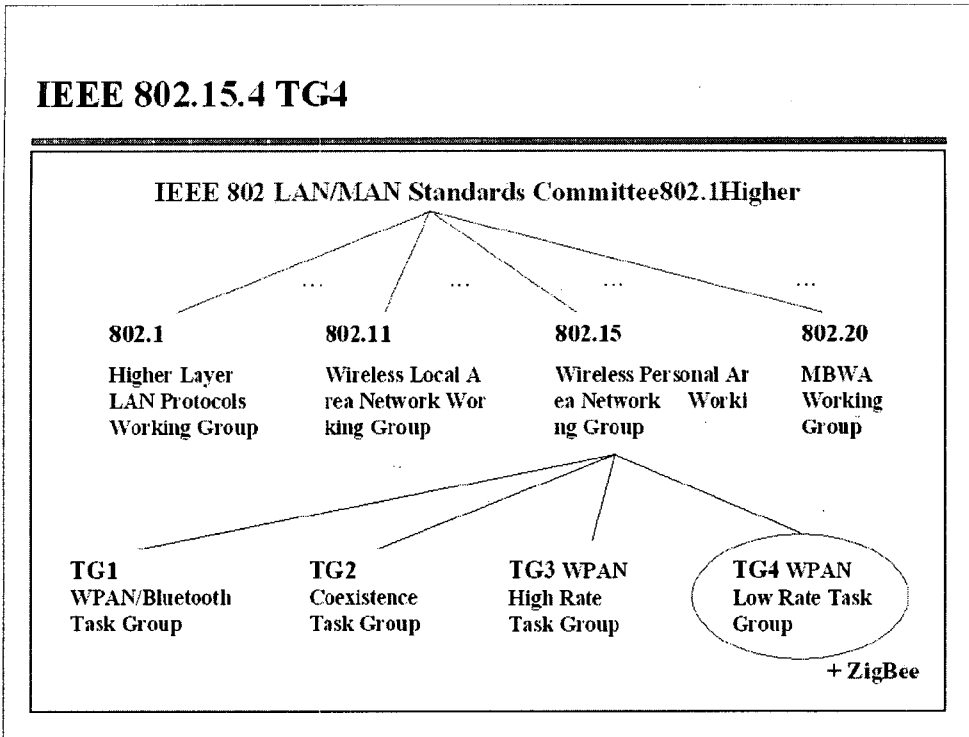
- Cluster-based protocol.
- LEACH는 랜덤하게 cluster head를 선택한다.
- 랜덤한 선택 공식에 의해서 돌아가며 cluster header가 됨.

➤ LEACH의 단점

- LEACH 에서 모든 노드는 BS(base station)에 도달할 충분한 파워를 가지고 전송하므로 에너지 비효율적이다.
- Cluster head를 정의하기 위한 오버헤드 발생

IEEE 802.15.4 Standards

IEEE 802.15.4 TG4



Low Rate Wireless Personal Area Networks

⇒ LR-WPAN

- A LR-WPAN is a *simple, low-cost* communication network that allows *wireless* connectivity in applications with *limited power*

⇒ Main objectives of an LR-WPAN

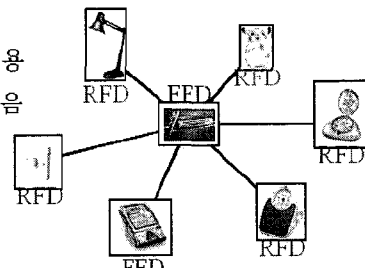
- Easy installation
- Reliable data transfer
- Short-range operation
- Low cost
- Reasonable battery life,
- Simple protocol.

BAND	COVERAGE	DATARATE	CHANNELS
2.4 GHz	ISM Worldwide	250 kbps	16
915 MHz	ISM Americas	40 kbps	10
868 MHz	Europe	20 kbps	1

IEEE 802.15.4 Devices

Device types

- Full function device (FFD)
 - ✓ Standard에서 정의한 모든 기능 수용
 - ✓ 네트워크의 coordinator가 될 수 있음
 - ✓ 어떠한 노드와도 통신가능
- Reduced function device (RFD)
 - ✓ 제한된 기능만 가짐
 - ✓ Start 토폴로지에서만 동작
 - ✓ Coordinator가 될 수 없음
 - ✓ 오직 coordinator와 통신

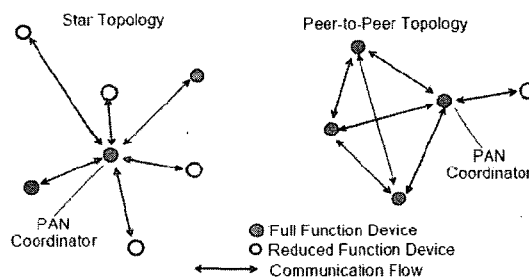


<example networks>

Network Topologies in LR-WPAN

LR-WPAN may operate as two topologies types

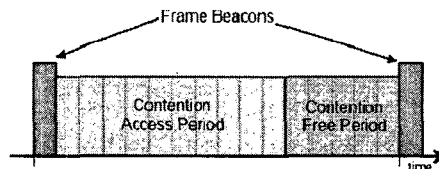
- Start topology: 중앙의 Coordinator와 주변의 여러 노드들간의 네트워크 형성.
- Peer to Peer topology: FFD간의 자유로운 통신 (멀티홉 가능)



Superframe Structure

➤ Superframe

- 주기적 비콘을 통해 16 slots을 나누고 동기화를 맞춤
- CAP 시간동안 노드들은 slotted CSMA/CA 기법을 통해 통신
- CFP 시간동안 TDMA 방식으로 통신
- Active/inactive 시간을 나누어서 Sleep 기술 활용 가능

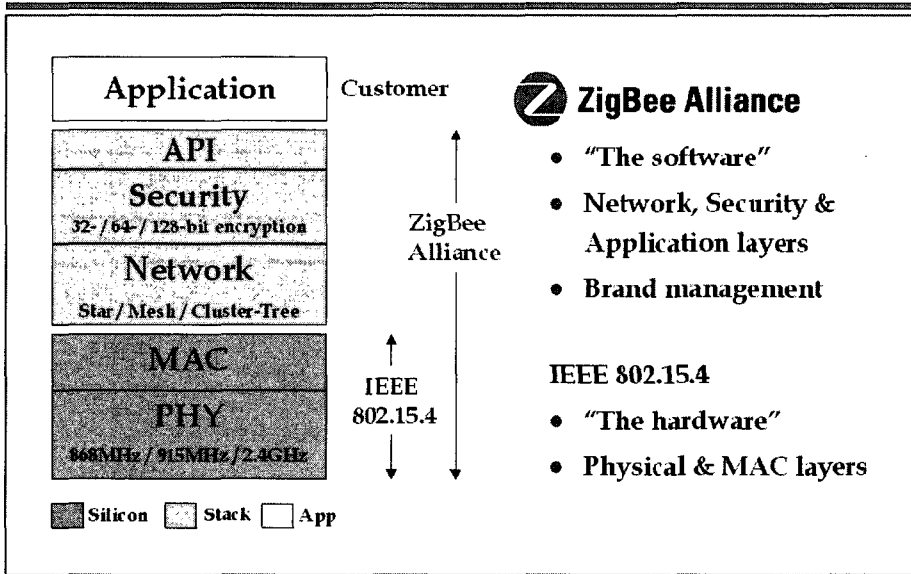


Discussion

➤ Out of scope in 802.15.4

- Synchronization between PANs in peer to peer networks
- Achieving efficient Mesh networks with Beacon enable mode
- How effectively associate with device in coordinator
- How effectively select the coordinator in device
- Suitable channel selecting.

IEEE 802.15.4 and ZigBee



USN의 응용 사례

Great Duck Island

☞ 목적

- 바다새 등우리의 환경과 행동을 감시

☞ 주요인

- 바다새는 주변환경에 민감.
- 반복되는 스트레스는 바다새 군락전체가 섬을 떠나게 할 수도 있음.

☞ 문제점

- 인간의 참여를 최소화 하면서 자연상태의 관찰 결과를 얻을 것인가

☞ 해결방안

- sensor network



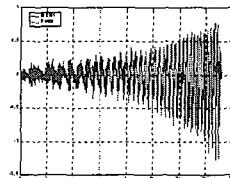
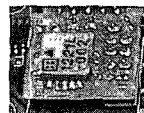
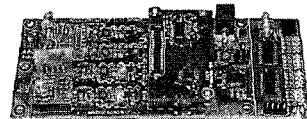
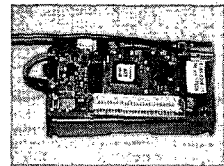
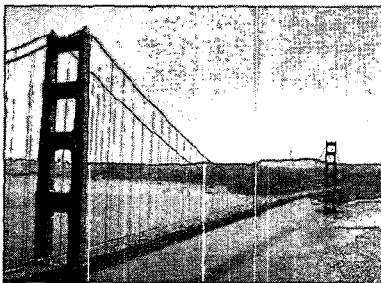
Golden Gate Bridge

☞ Hardware

- Mica2(cc1000)
- 가속도 센서

☞ Software

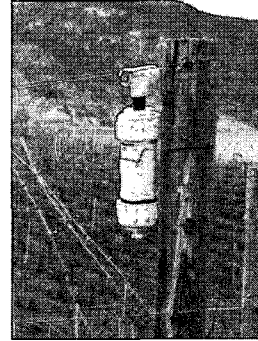
- TinyOS



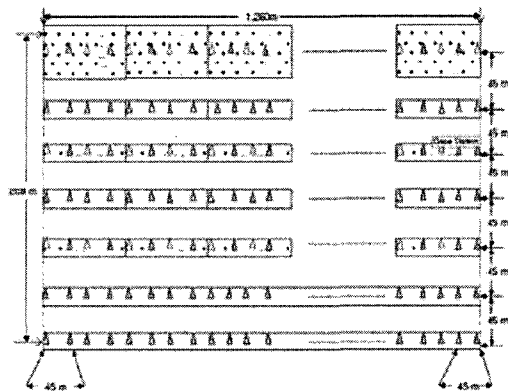
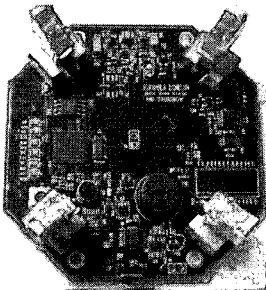
GoHoos Wine

☉ 포도밭 관리

- 질 좋은 와인을 생산하기 위해서 적절한 온도 및 습도에서 생산된 포도가 필요함.
- 광범위한 포도밭에 무선 센서를 설치하여 무인으로 관리.
- 이상 기후나 특정 지역의 온도 변화 시 즉각적인 반응 가능.
- 관리 및 인력 비용 감소.



Exscal (Extreme Scale Wireless Sensor Networking)

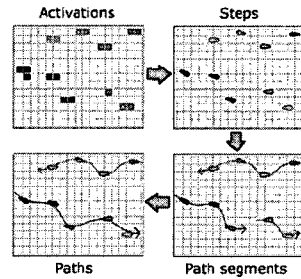
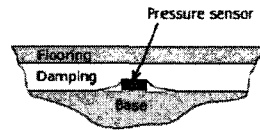
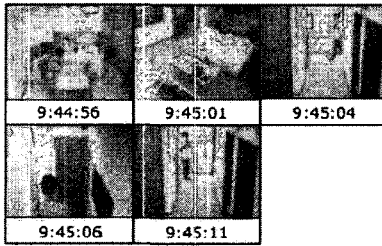


- ☉ 1000개의 mote
- ☉ Magnetic, infrared, microphone
- ☉ Logical Grid Routing
- ☉ Reliable Bursty Convergecast

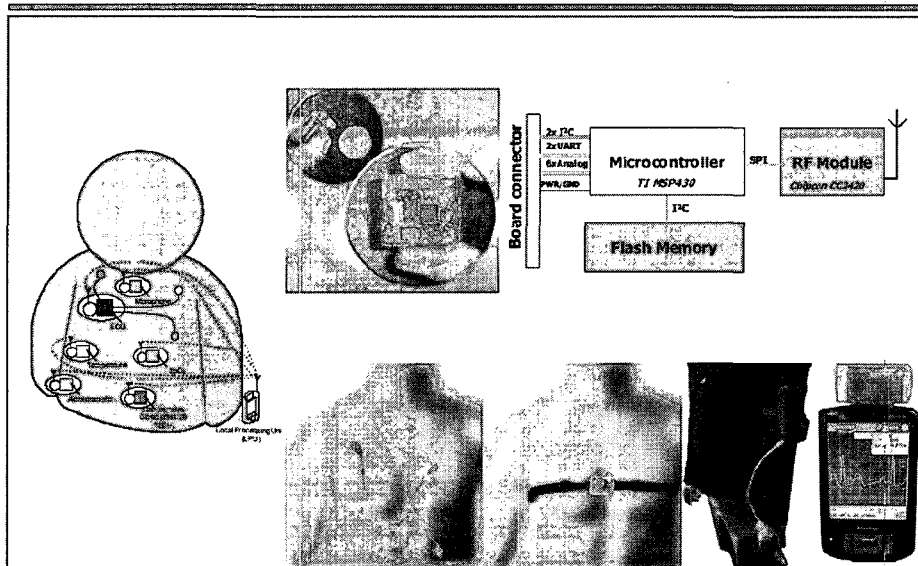
Ubiquitous Home Service based on pressure sensors

응용

- Pressure sensor를 집 바닥에 설치
- Pressure sensor가 보내는 정보를 기반으로 사람의 위치 추적
- 사람 이동 경로에 따른 video와 audio 서비스 제공



BSN (Body Sensor Network)



Hanback Option Sensor Boards

⇒ Weather Board

- 온도, 습도, 적외선, 자기장, 진동 센서

⇒ Bio Board

- 맥박측정, 체온 감지

⇒ Home Board I and II

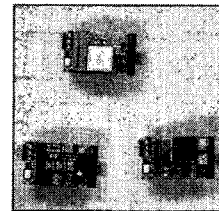
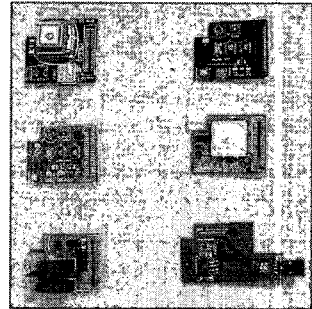
- 사람의 움직임 감지, 가스 센서

⇒ GPS Board

- GPS를 사용한 위치 인식 가능

⇒ Actuator Board

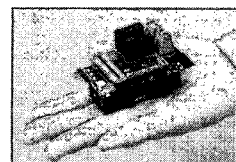
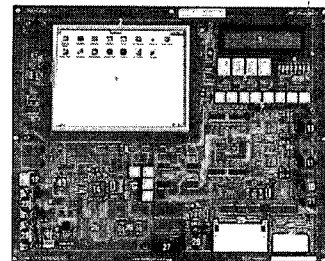
- 파워 스위치를 통해 전자 제품 제어



Hanback USN Base Station

⇒ EMPOS II

- USN 제어 시스템.
- 충분한 하드웨어 자원을 통해 여러 UNS 노드들 제어 가능.
- 확장을 위한 다양한 connector 제공
- Ethernet, Bluetooth, USB, serial and wireless sensor communication.
- Embedded linux 사용 (kernel 2.4.19).
- 편리한 UI를 위해 터치 스크린 제공

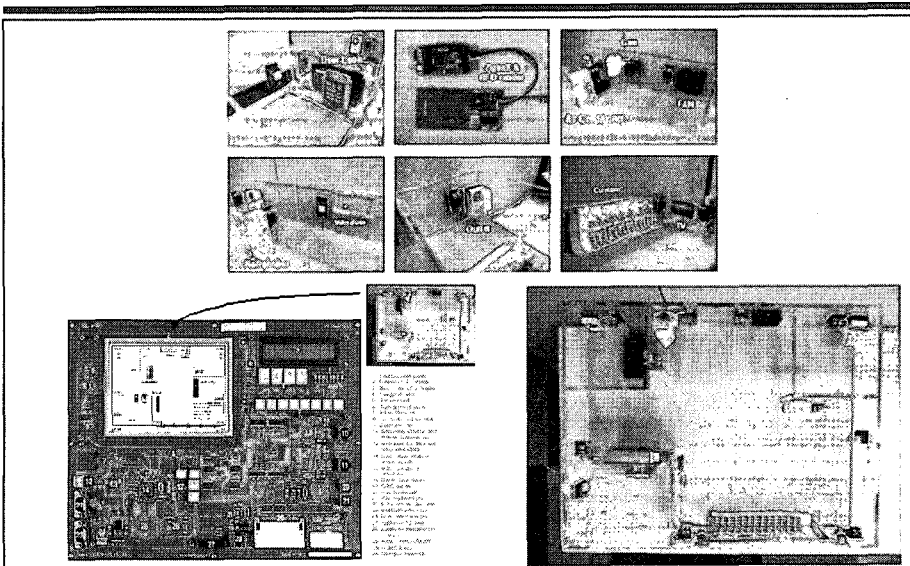


Hanback Ubiquitous Model House I

Ubiquitous Model House

- 한백전자의 USN 장비인 ZigbeX를 이용한 무선 센서 네트워크 기반의 홈 네트워크 미니 모델
- 임베디드 시스템(EMPOS II)을 통해 제어 가능
- 터치 스크린을 통해 홈 네트워크 제어 기능 제공
- 홈 네트워크를 제어하기 위한 다양한 동작 명령어 제공
 - ✓ 문의 열기/닫기 제어
 - ✓ 커튼 제어
 - ✓ 전원 제어를 통해 Lamp 제어
 - ✓ 가스 차단기 제어

Hanback Ubiquitous Model House II



한백의 연구활동

☞ 국제/국내 연구 활동

	한백 기술연구소	타사제품
SCI 저널	LE-MAC published TEEM Under Review Ubi-House Under Review	하드웨어를 제외한 모든 기술력은 TinyOS 기본 프로그램에 의존한 상태 -> 학교나 연구소에 전달해줄 기술력이 없음.
ACM Conference	Numerical analysis IEEE 802.15.4	
IEEE Conference	ZigbeX Under Review EMPOS II Under Review	
국내 저널	USN 기술 동향	
무선 통신	IEEE 802.15.4 통신 자체 개발 - 스탠다드의 완벽한 이해 및 기술 파악	

Support Education I

☞ 교재



- ZigbeX를 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 실습 교재

- 이론 편(6장): USN 소개, ZigbeX 소개, 개발자 킷 설치, TinyOS와 NesC, ZigbeX 모트 프로그램, 자바 응용 프로그램 구동

- 실습 편(16주): 기본 프로그램, 센서 프로그램, ZigbeX의 임베디드 프로그램, USN 무선 통신 프로그램, RFID 응용 프로그램



- 임베디드 리눅스 시스템 **HBE-EMPOSII**

- 가장 기초적인 이론부터 실전 응용까지 활용 가능한 풍부한 내용 구성

☞ 강의 자료

- 전 캡터 강의 PPT 자료 완비.

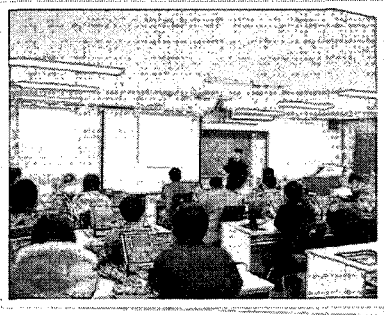
Support Education II

☞ 세미나

- 석/박사급 강의 인력을 통한 기술 세미나
- 요청 시 본사에서 기술 세미나 실시

☞ 온라인 Q&A 지원

No	Subject	Name
1113	☞ [RE] HeNet을 보드에서 사용가능하게합니다.	한백준차
1112	EMPOS보드에서 LCD 관련해서..	이은수
1114	☞ [RE]EMPOS보드에서 LCD 관련해서..	한백준차
1169	Tiny USB와장우품에 관해서..	김경욱
1147	☞ 수정된 자료를 Download করে 올려보았습니다.	한백준차
1115	☞ [RE] Tiny USB와장우품에 관해서..	한백준차
1101	HBE-EMPOSHEMP2CVC로칭)권혁문의	정경환 2005
1104	☞ [RE]답변 드립니다.	이은수 2005
1085	장비 부팅이 안되요.	홍금수사 2005
1092	☞ [RE]장비 부팅이 안되요.	한백준차 2005



The End!!

For further info, please email to scs@hanback.co.kr