

무선 센서네트워크기술을 활용한 Ad-hoc 홈 네트워크시스템

신광식 · 권준달 · 이영동 · 정완영*†

Ad-hoc home network system using wireless sensor network technology

Kwang-Sig Shin, Joon-Dal Kwon, Young-Dong Lee, and Wan-Young Chung*†

Abstract

Wireless sensor network technology is an emerging technology consisting of small, low power, and low cost devices that integrate limited computation, sensing, and radio communication capabilities. An ad-hoc home network system based embedded system for home environment monitoring was fabricated and tested. The wireless sensor node consists of a MCU, RF transceiver and sensors (temperature, humidity and light). Wireless sensor nodes run application software for data sampling and wireless communication, that was developed using 'nesC language' which runs on TinyOS. In our tests, acquired sensors data were monitored on 6.4" TFT-LCD of base-station through IEEE802.15.4 standard wireless communication. Also, the sensor data can be monitored by client user at the terminal PC to monitor environmental status of home in real time.

Key Words : home network, wireless sensor network, embedded system, TinyOS

1. 서 론

최근 무선기술에서 주목을 받고 있는 무선센서네트워크는 필요한 모든 것(物)에 전자태그를 부착하고 이를 통하여 사물의 인식정보나 주변의 환경정보(온도, 습도, 오염정보, 균열정보 등)를 탐지하여 이를 실시간으로 네트워크에 전달하여 정보를 관리하는 것으로 저비용, 저전력의 특성을 가지고 있다^[1].

또한, 무선센서네트워크는 강력한 네트워크 기술(Ad-hoc)을 제공함으로써 무선센서네트워크를 활용한 모니터링시스템은 많은 분야에서 사용되고 있으며 다양한 분야에 응용되고 있다^[2]. 이러한 무선센서네트워크기술은 홈네트워크 특히 가정 내의 환경모니터링시스템에 적용하기 좋은 기술이다. 홈네트워크는 가정에 설치되어 각종 계산, 관리, 감시 및 통신 기능을 수행

하는 기기들을 연결하고 통합할 수 있게 해 주는 미래형 네트워크시스템을 의미한다^[3]. 기존의 홈네트워크 시스템은 여러가지 문제점을 가지고 있었다. 유선 방식의 홈 네트워크시스템에서는 설치상의 제한과 이동성의 불편함을 가지고 있었고 무선 방식의 홈네트워크 시스템에서는 네트워크기술이 미흡하여 별도의 액세스포인트가 필요했으며 대부분 PC기반의 모니터링 시스템을 사용하여서 자원낭비의 문제점을 가지고 있었다^[4].

본 연구에서는 기존의 홈네트워크 시스템에서의 기술구현의 이런 문제들을 해결하기 위해 PC보다 훨씬 소형화되고 집적화된 임베디드시스템 기술과 무선센서네트워크 기술을 홈 네트워크에 적용하고자 하였다^[5]. 무선센서네트워크기술은 저전력의 자체 배터리를 가진 센서노드들이 스스로 통신통로를 개설하여 최종 게이트웨이로 센서의 데이터를 전달하게 하는 기술로서 최근 유비쿼터스 컴퓨팅분야에 활발히 연구, 적용이 시도되고 있다. 이 센서네트워크 기술에 의한 실내 환경 모니터링 장치는 무선의 소형 센서모듈을 장소에 구애 없이 원하는 위치에 분포시킬 수 있다는 큰 장점을 가지고 있다^[6].

동서대학교 유비쿼터스IT학과 (Dept. of Ubiquitous IT, Graduate School of Design & IT, Dongseo University)

*동서대학교 컴퓨터정보공학부 (Division of Computer & Information Engineering, Dongseo University)

†Corresponding author: wychung@dongseo.ac.kr

(Received : December 14, 2006, Accepted : January 18, 2007)

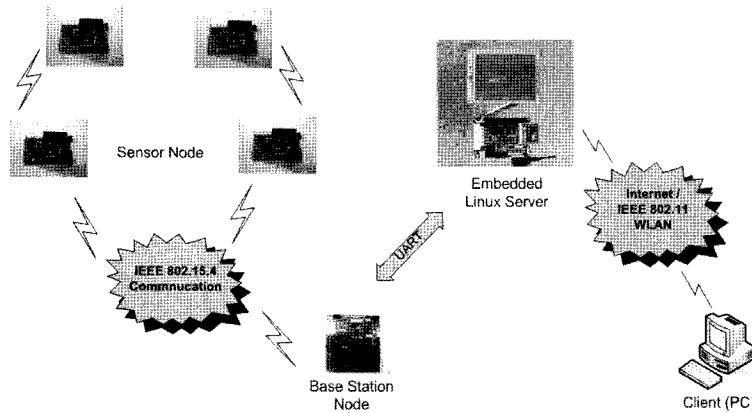


그림 1. 무선센서네트워크 시스템 구조

Fig. 1. The system architecture of wireless sensor network.

2. 시스템 설계

2.1. TinyOS 응용 프로그램 구성

그림 1은 본 연구에서 제안하고자 하는 무선센서네트워크 기반의 홈네트워크의 개념을 보여주고 있다. 가정의 벽이나 천장에 부착된 센서노드로부터 각종센서 데이터들이 무선으로 전달되어서 최종적으로 기지국 노드에 전달되고 기지국 노드는 UART(RS-232) 연결에 의해 홈 서버로 데이터를 전달하게 된다. 홈 서버는 센서노드들로부터 획득된 센서데이터를 직접 보여주거나, 저장된 데이터의 시간에 따른 변화를 보여주는 기능을 가지고 한편으로는 무선 인터넷에 연결된 단말 PC나 유선인터넷으로 연결된 단말 PC에서 센서의 데이터 모니터링이 가능하도록 인터넷으로 연결해주는 역할을 한다⁷⁾.

실내환경 모니터링을 위해 센서노드에 온도, 습도, 조도 등 세개의 센서 모듈을 부착하도록 설계하였다. 센서노드는 본 연구에서 설계, 제작되었으며 무선통신 경로인 라우팅을 스스로 설정하고, 배터리의 전력상태를 모니터링할 수 있도록 하는 중앙처리장치부, 무선통신으로 데이터를 전달하게 하는 RF 전달부 및 센서부로 구성된다. 무선센서네트워크는 초소형 센서, 무선통신 모듈과 마이크로컨트롤러로 구성된 센서노드들을 물리적 공간에 배치하여 센서노드간의 적당한 통신경로를 찾아서 그 데이터를 전달하게 하는 네트워크환경을 말한다. 이 경우에 물리적 공간에 배치된 센서노드는 작은 배터리를 전원으로 사용하게 되고 센싱 및 무선통신을 하면서 배터리를 소모하게 된다. 따라서 소형의 센서노드는 오랜 시간동안 그 성능을 유지하기 위해서는 그 크기와 소모전력을 최소화해야 한다. 이러한

작은 용량의 센서노드가 센싱 응용처리와 노드들간 통신 등을 위하여 기존의 임베디드 운영체제와는 다른 센서네트워크에 적합한 초소형의 운영체제가 필요하다.

본 연구에서는 세계에서 가장 널리 사용되고 있는 센서네트워크용 운영체제인 UC 버클리대학에서 개발된 TinyOS¹⁾를 사용하였다. TinyOS는 이벤트 발생에 의한 상태 천이방식을 채택한 상태머신 기반의 프로그래밍 개념을 사용하고, 센서네트워크와 같은 소형 임베디드 네트워크 시스템을 위해 특별히 고안된 운영체제로서 제한된 메모리공간의 효율적인 이용과 프로세싱의 동시성 등을 지원해주는 운영체제이다. 센서노드에 TinyOS로 응용 프로그램을 탑재하였다. TinyOS는 재사용 가능한 소프트웨어 컴포넌트 기반의 운영체제로서 모듈별로 설계된 컴포넌트들을 연결해주는 nesC를 사용하여 각 컴포넌트를 연결할 수 있다. 이번 연구에서는 nesC를 사용하여 연결된 컴포넌트에 의해 응용 프로그램을 구성하였다. 센서 노드에 적용되는 프로그램은 온도, 습도, 조도 3개의 센서 데이터를 수집하여 각각 채널 1번, 2번, 3번으로 구분하여 패킷을 만든 다음 IEEE802.15.4 무선통신으로 전송하도록 구성하였으며 패킷은 36바이트로 구성이 되어 있고 그 구성은 다음 표 1과 같다⁸⁾.

표 1의 내용과 같이 구성된 데이터패킷을 사용하는 센서 노드 소스 트리를 그림 2에서 보여준다. 센서노드의 소스는 크게 무선통신을 위한 패킷생성컴포넌트인 OscilloscopeM 및 통신데이터 제어를 위한 GenericComm 컴포넌트와 온습도 복합센서 데이터입력을 위한 Sth75TC, Sth75HC, 조도센서를 위한 PhotoC 컴포넌트로 구성된 센서데이터입력 컴포넌트 그리고 자체 동작을 제어 하기위한 컴포넌트인 TimerC 및 동작상

표 1. 무선 데이터패킷 구조
Table 1. RF Data packet

Sequence name	Length	Contents
Frame Sync	1 byte	Packet start byte (0x7E)
Packet Type	1 byte	ACK on/off)
Address	2 byte	Address
		Broadcast Address - send to all nodes
AM_TYPE	1 byte	UART Address
		Node Address - inform destination node
Group ID	2 byte	AMTYPE_XUART
		AMTYPE_MHOP_DEBUG
		AMTYPE_SURGE_MSG
		AMTYPE_XSENSOR
		AMTYPE_XMULTIHOP
Data Length	1 byte	AMTYPE_MHOP_MSG
		Group ID
Node ID	2 byte	Data length
Last Sample Number	2 byte	Sensor node ID
Channel	2 byte	Sample Counter
Data	20 byte	Sensor node channel
CRC	2 byte	Sensor data
END flag	1 byte	CRC
		End of packet

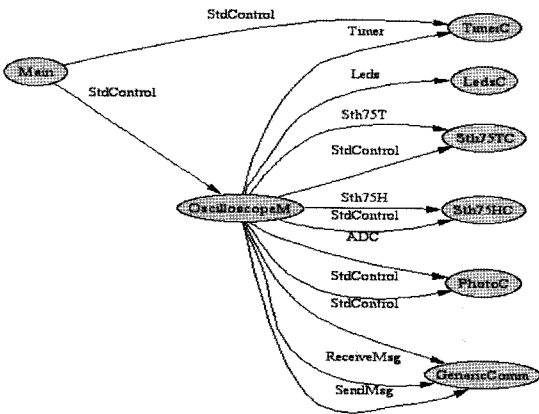


그림 2. 센서 노드 소스 트리
Fig. 2. Source tree of sensor node.

태모니터링을 위한 컴포넌트인 LEDSC 로 구성된다. 베이스 스테이션(base-station) 에서 동작하는 응용프로그램은, 베이스스테이션이 홈 서버와 RS-232 방식의 인터페이스로 연결되어 있어서 센서노드를 통해 수집한 데이터를 RS-232 인터페이스를 통해 홈 서버로 넘

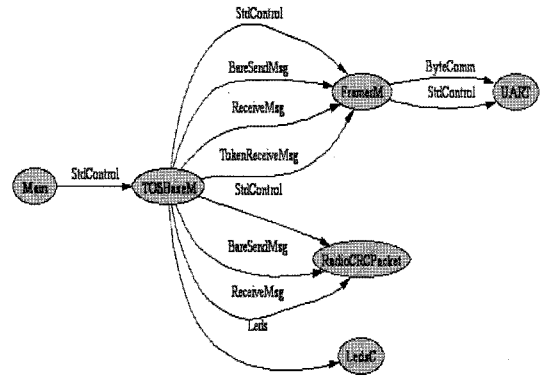


그림 3. 베이스 스테이션 센서 노드 트리
Fig. 3. Source tree for base-station.

겨주는 역할을 한다. 이때 센서노드에서 수집된 데이터는 IEEE802.15.4 방식의 무선통신으로 베이스스테이션에 전달되며 센서노드가 베이스스테이션에 도달할 수 없는 거리에 있는 경우 베이스스테이션에 도달할 수 있는 인접 노드를 경유해서 베이스스테이션에 이르는 Multi-hop 방식을 사용해 베이스스테이션과 통신한다. 이런 방식으로 한 가정에 하나의 홈 서버와 베이스스테이션이 설치되고 거리에 무관하게 가정 내에 무선 센서노드를 배치하여 홈 네트워크를 구현할 수 있다. 이때 센서노드의 어드레스는 표 1의 내용과 같이 2 바이트를 사용하기 때문에 이론상 65534개의 노드가 접속가능하다. 그림 3은 베이스스테이션(base-station)의 소스트리이다.

베이스스테이션의 프로그램 소스는 TinyOS에서 지원되는 베이스스테이션용 컴포넌트인 TOSBaseM 을 기본으로 하며 서버와 RS-232 통신을 위해 FramerM 컴포넌트에서 패킷을 만들어주면 UART 컴포넌트에서 통신프로토콜에 맞게 데이터 통신을 수행한다. TinyOS 하의 모든 IEEE 802.15.4 기반 통신의 통신 패킷은 싱크바이트로 시작해서 싱크바이트로 끝나고 잘못된 싱크 바이트 혹은 싱크바이트와 같은 데이터가 패킷내에 포함되는 경우 RadioCRCPacket 컴포넌트에서 데이터를 재 조합해준다.

2.2. 모니터링 프로그램 구성

센서데이터는 가정 내에 설치된 소형 홈 서버에 부착된 모니터에서 모니터링 될 수 있을 뿐만 아니라 인터넷에 연결된 단말 PC에서 모니터링될 수 있도록 설계되었다.

제작한 모니터링 프로그램은 가정 내의 원격지에서 센서 데이터를 바로 확인할 수가 있는 서버단의 모니터

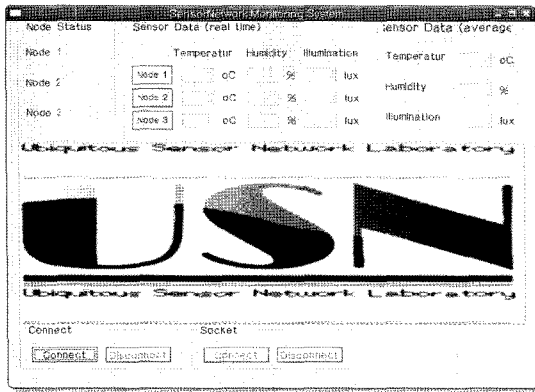


그림 4. 서버 측의 홈 모니터링 프로그램 사용자 인터페이스
Fig. 4. Home monitoring program user interface for server.

링 프로그램과 인터넷이 사용 가능한 어느 PC에서나 가정 내의 환경을 확인할 수가 있도록 만든 클라이언트 프로그램으로 나누어서 제작하였다. 센서 데이터를 가정 내에서 바로 확인할 수 있도록 제작한 서버 측의 홈 모니터링 프로그램은 임베디드시스템이라는 특성에 맞추기 위하여 임베디드 그래픽사용자 인터페이스 언어 중에서 가장 많이 쓰이고 있는 Qt(노르웨이의 Trolltech 사)를 사용하여서 제작하였다. Qt는 여러 운영체제에서 동일한 코드로 컴파일만 새로 하면 동일한 결과를 얻을 수 있도록 해주는 소프트웨어 개발 툴킷이다. 홈 서버 프로그램은 각각의 센서 노드의 전원 On/Off와 센서 데이터, 평균 값을 실시간으로 확인을 할 수가 있도록 해주며 클라이언트에게 TCP/IP로 센서 데이터를 전송해주는 역할도 한다⁹⁾. 그림 4는 Qt로 만들어진 홈 서버 프로그램 사용자 인터페이스를 보여주고 있다.

홈 서버의 동작은 다음과 같다. 접속 버튼 중 'Connect' 버튼을 누르면 시리얼 패킷 수신을 시작하며 'Disconnect' 버튼을 누르면 수신을 중지한다. 시리얼 패킷을 수신하여 시작 바이트와 종료 바이트가 모두 0x7e 일때 unsigned char 배열에 패킷을 저장하며 여기에서는 Node ID, Channel, Data 세 가지 종류의 패킷만 사용한다. 배열에 저장된 패킷 중 Node ID가 저장된 패킷을 분석하여 해당 노드의 ID가 수신되었을 경우 데이터링크형식으로 노드 On/Off를 노드상태 활성화창에 표시한다. Channel패킷에서는 온도(1번), 습도(2번), 조도(3번) 3개의 채널로 구분하여 패킷이 들어오며 만약 Node ID가 1번이고 1번 채널(온도)의 패킷이 들어오면 센서데이터(실시간) 창에서 Node ID 1번의 온도 값만 표시가 된다. Data 패킷에서는 상위 2 바이트의 패킷만 사용하고 데이터시트에 나와 있는 수식을 사용

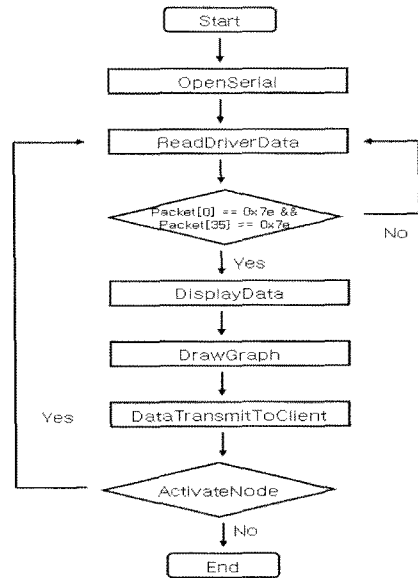


그림 5. 서버 측의 홈 모니터링 프로그램 구조
Fig. 5. Home monitoring program flow chart.

하여 실제값으로 변환한다. 센서데이터(실시간)창에는 NODE ID와 채널별로 들어온 데이터 값을 표시하며 센서데이터(평균)창에서는 3개의 센서노드에서 수집된 센서의 평균값을 계산하여 표시한다. 그래프 창에서는 수집된 센서의 값을 보정테이블을 거쳐서 Y축좌표로 설정하여 주며 이 때 X축좌표는 일정하게 증가를 하며 이 두 개의 X, Y좌표를 이용하여 5초에 한 번씩 실시간으로 그래프를 그려준다. 홈서버에 접속하는 클라이언트 프로그램도 홈서버와 유사한 동작을 하지만 클라이언트는 센서데이터를 직접 수집하는 게 아니라 서버에 접속해서 서버의 데이터를 받아오는 역할을 한다. 그림 5는 홈 서버 프로그램의 동작 흐름도를 보여주고 있다. Socket 접속창에서 'Connect' 버튼을 누르면 가정 외부에서도 센서데이터를 확인할 수 있게 TCP/IP를 활용하여 가공된 데이터패킷을 전송하며 'Disconnect' 버튼을 누르면 전송을 중지한다. 이 때 TCP/IP로 보내지는 데이터패킷은 총 14 바이트로 구성이되며 시작바이트와 Node ID, 데이터 그리고 종료바이트로 구성이 되어 있다¹⁰⁾.

가정내에서 뿐만 아니라 외부에서도 가정내의 환경을 확인할 수가 있도록 C#(Microsoft, USA)을 사용하여 클라이언트측의 홈 모니터링프로그램을 제작하였으며 이 프로그램은 인터넷이 사용 가능한 어느 PC에서나 사용가능하다. 서버프로그램과 같은 기능을 하며 추가적으로 엑셀 파일에 센서데이터를 실시간으로 저장을 하여서 언제든지 엑셀파일에서 사용자가 지정한 시

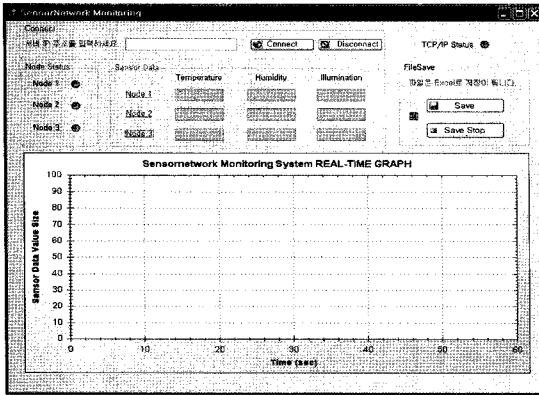


그림 6. 클라이언트 측의 홈 모니터링 프로그램
Fig. 6. Home monitoring program for client.

간부터 현재까지의 센서 데이터 확인이 가능하다. 그림 6에서 보여주는 클라이언트 프로그램은 접속할 서버아이피를 선택하여 홈 서버에 접속하면 현재 서버에서 수집중인 데이터를 전달받아 그래프로 표시해줌과 동시에 엑셀파일로 센서데이터를 저장하고 센서노드화상화 여부를 감시하는 기능을 가지고 있다.

3. 실험 및 결과

센서데이터가 올바르게 수신이 되는지를 검증하기 위하여 3개의 센서노드를 사용하여 직접 프로그램 한 TinyOS 응용 프로그램을 센서노드에 탑재하여 센서노드를 각각 다른 공간에 배치하였으며 원격지에서 모니터링 서버프로그램을 이용하여 센서노드가 수집한 데이터를 확인할 수 있도록 하였고 TCP/IP를 활용하여 외부에서도 모니터링 클라이언트 프로그램을 이용하여 센서노드가 수집한 데이터를 확인할 수 있도록 실험을 하였다.

그림 7은 본 논문에서 사용된 센서노드이며 각각 온도, 습도, 조도 3개의 센서를 가지고 있으며 MCU는 Atmega128L(Atmel, USA)를 사용하였다. RF 통신은 CC1000(Texas Instruments, USA)칩을 사용하였으며 통신주파수는 ISM Band 대역인 915 MHz 대역을 사용하며 최대 30m의 통신거리를 나타내었으며, 배터리는 AA 2개를 사용한다. 제작된 센서노드는 RF 통신부 및 센서데이터 관리와 네트워크제어를 위한 마이크로프로세서부와 RF 통신부로 구성된다. 센서노드에 부착할 수 있는 센서의 확장성을 위해 센서노드의 확장포트를 이용하여 센서모듈을 부착하여 사용할 수 있도록 하였다. 센서모듈과의 다양한 인터페이스를 지원해

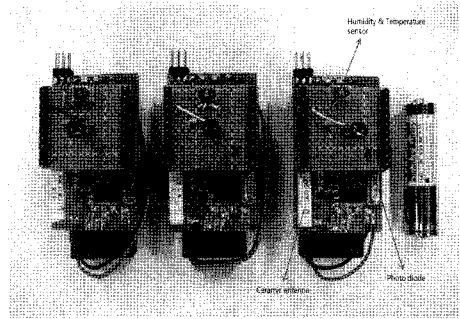
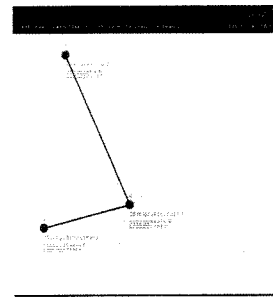
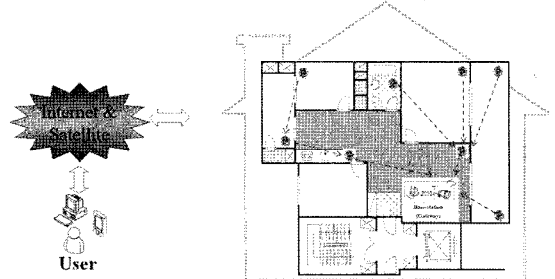


그림 7. 제작된 센서노드
Fig. 7. Fabricated sensor node.



(a)



(b)

그림 8. 무선센서네트워크를 이용한 홈네트워크의 구조:
(a) 멀티홉 라우팅, (b) 가정내에서의 Ad-hoc 통신구조

Fig. 8. Architecture for home network using wireless sensor network: (a) multi-hop routing, (b) Ad-hoc routing at home.

기 위해 IIC, SPI, RS-232, Digital I/O, Analog입력으로 확장포트를 구성하였다. 사용된 센서는 온습도 복합 센서 SHT11(Sensirion AG, Switzerland)로 IIC 인터페이스 방식을 사용하는 4핀 인터페이스방식의 센서이다. 조도센서는 S1087(Hamamatsu, Japan)로 가시광선영역에서 사용하기 위한 포토다이오드방식의 조도센서이다.

그림 8(a)는 베이스스테이션으로 도달할 수 없는 1번 노드와 2번 노드가 인접노드인 0번 노드를 경유해

원격지노드와 통신하는 ad-hoc 라우팅의 결과를 네트워크 토폴로지 확인프로그램을 통해 모니터링 한 결과이다. 무선통신에서는 전파의 커버리지(통신가능거리)에 따라 송신출력을 달리해야 하는데 이는 진행거리의 제곱에 반비례하는 전파의 전력특성 때문이다. 무선 센서네트워크의 경우 동시에 여러개의 센서노드가 동작을 하기 때문에 모든 센서노드가 베이스스테이션에 도달할 정도의 송신거리를 가지는 것 보다는 이웃노드로의 최소 통신거리를 가지고 멀티홉 기능을 사용함으로써 센서노드의 전력소모를 줄여서 센서노드의 배터리 수명을 늘려주게 된다.

그림 8(a)에서처럼 Ad-hoc 방식의 무선센서네트워크를 홈네트워크에 적용할 경우 무선이라는 장점때문에 설치가 용이하고 Ad-hoc 을 통해 홈서버에 접근할 수 있기 때문에 홈 서버와의 거리에 무관하게 센서노드를 설치할 수 있다. 그림 8(b)는 가정내에서의 Ad-hoc 통신의 형태를 보여주고 있다.

실험 결과 홈서버의 모니터링 프로그램에서 센서노드 각각의 전원 On/Off와 센서 데이터, 센서데이터 평균 값 등을 실시간으로 가정내의 환경을 확인할 수가 있었으며 현재 센서데이터를 실시간 표시해주면서 데이터파일로 센서데이터를 저장한다. 홈서버의 모니터링프로그램을 이용하면 현재의 센서데이터 뿐만 아니라 텍스트 형태로 저장되어 있던 이전의 데이터도 그림 9와 같이 그래프로 확인할 수 있게 된다.

홈서버 뿐만 아니라 TCP/IP를 활용하여 홈서버에서 전송한 데이터를 수신받아서 클라이언트측에서도 모니터링 프로그램을 이용하여 가정내의 환경을 실시간으로 확인할 수가 있도록 구성하였으며 그림 10(a)와 같이 클라이언트 프로그램을 구성하였다^[11]. 이 프로그램은 접속할 서버아이피를 이용해 TCP/IP 방식으로 접속하여 실시간 데이터를 받아들일 수도 있고 이전데이터를

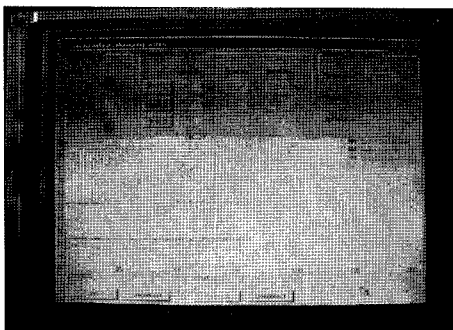
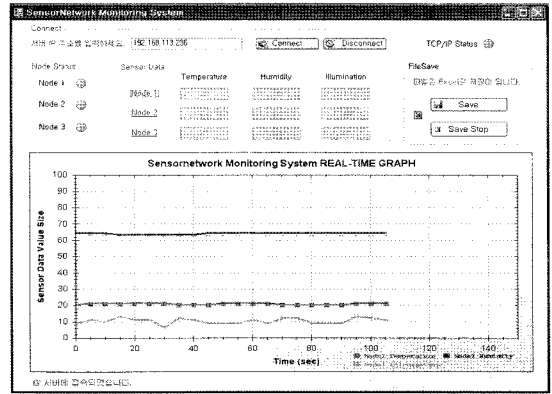
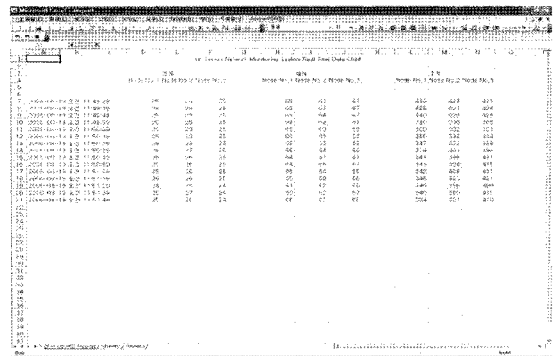


그림 9. TFT-LCD에서의 모니터링 프로그램
Fig. 9. Monitoring program user interface.



(a)



(b)

그림 10. 클라이언트 측의 홈 모니터링 프로그램: (a) 그래픽 사용자 인터페이스, (b) 획득된 모든 센서데이터의 기록파일

Fig. 10. Home monitoring program user interface for client: (a) user interface, (b) Sensor data record file.

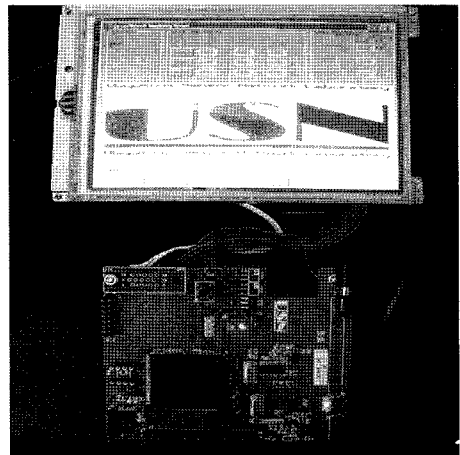


그림 11. 제작된 홈 모니터링 서버 시스템 사진
Fig. 11. Fabricated home monitoring server system.

받아올 수도 있도록 하였다. 클라이언트 프로그램은 PC 혹은 PDA 기반으로 설계하였으며 모든 데이터를 역셀파일 형태로 기록해 두었다가 사용자가 원할 때 원하는 시간만큼의 데이터를 표시해줄 수 있도록 하였다^[12]. 그림 10(b)는 클라이언트 프로그램에서 저장한 기록데이터를 텍스트형태로 열어본 화면이다.

홈서버시스템은 그림 11과 같이 이루어져 있으며 보드 1층에는 센서데이터를 처리하기 위한 중앙처리보드가 위치한다. 중앙처리보드는 LAN, RS-232, USB 등의 외부장치액세스가 가능하며 중앙처리장치로는 PXA255 를 사용하여 LINUX 를 OS로 사용하고 있다. 보드 2층에는 센서노드의 데이터를 수신받아서 중앙처리보드에 전송하기 위한 베이스스테이션노드가 위치하고 있는데 베이스스테이션은 센서노드로부터 데이터를 전송받기 위한 RF부와 중앙처리보드로 데이터를 전달해주고 RF부를 제어하는 제어부로 나누어진다. RF부는 센서노드와 동일한 특성을 가지며 제어부는 RF부에서 넘어온 데이터를 RS-232 포맷으로 변경해 중앙처리부로 넘겨주고 중앙처리부로부터 받은 명령을 센서노드에 전달해주는 역할을 한다. 서버시스템의 디스플레이는 6.4" TFT-LCD 를 사용하여 서버의 현재상태 및 센서노드제어, 센서노드데이터 관리등의 동작을 위한 사용자 인터페이스를 제공한다.

4. 결 론

본 논문에서는 무선센서네트워크의 저용량 데이터전송, 저전력, 저비용의 특성에 적합하고 PC보다 훨씬 소형화되고 집적화된 임베디드시스템을 이용하여 홈네트워크시스템을 위한 홈서버를 구축하였고 무선센서네트워크 기반의 Ad-hoc 홈네트워크시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 소형 임베디드홈서버를 사용하기 때문에 실내어디에서나 홈서버의 모니터링기능을 이용할 수 있고 휴대도 가능하다. 센서네트워크는 Ad-hoc 통신이 가능한 무선센서네트워크를 사용하기 때문에 복잡한 실내환경 및 서버와의 거리에 무관하게 센서노드를 설치하여 이용할 수 있으며, 배터리 기반의 저전력, 소형 센서노드를 사용하기 때문에 전력선이나 실내환경 및 설치장소에 구애받지 않고 모니터링이 필요한 어느 곳이나 센서노드를 설치할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 개별 가정용뿐 아니라 대규모 아파트단지 및 설정된 특정지역도 Ad-hoc 을 통해서 모니터링할 수 있으며 실외환경의 모니터링을 위해서도 사

용가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 2006년 지역혁신인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

참고 문헌

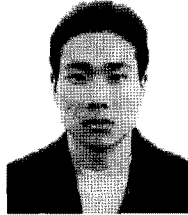
- [1] TinyOS 공식 홈페이지 <http://www.tinyos.net>
- [2] 주간기술동향, 정보통신진흥연구원, 제1260호, pp. 38, 2006.
- [3] 전파방송정책국 주파수정책과, “홈네트워크 무선통신 기술분석”, 정보통신부 기술보고서, 2006.
- [4] 손대일, “U-City구현을 위한 U-홈네트워킹 구현전략”, 전자부품연구원 보고서, 2006.
- [5] 임승욱, 정광모, 윤찬수, “유비쿼터스 통신 실현을 위한 홈네트워크 프로토콜 구조”, 한국정보처리학회 논문지, 제10권, 제4호, pp. 58-65, 2003.
- [6] 남규태, 정호원, 배성호, 오세용, “무선 홈네트워크 환경에서의 네트워크 기반 홈로봇 시스템의 설계”, 한국콘텐츠학회논문지, 제5권, 제5호, pp. 85-91, 2005.
- [7] 이영동, 정완영, “유비쿼터스 헬스케어를 위한 센서네트워크 기반의 심전도 및 체온 측정시스템-1. 센서네트워크 플랫폼 구축”, 센서학회지, 제15권, 제5호, pp. 362-370, 2006.
- [8] 장성균, 신광식, 정완영, “센서네트워크 컴퓨팅을 위한 IEEE-802.15.4 기반의 저 전력 범용센서노드 플랫폼 제작”, 한국센서학회 종합학술대회 논문집, pp. 356-359, 2006.
- [9] Jeremy Bentham, TCP/IP LEAN: *Web Serer for Embedded Systems*, CMP Books, UK, pp. 269-290, 2002.
- [10] 이대석, 정완영, “유비쿼터스 헬스케어를 위한 센서네트워크 기반의 심전도 및 체온 측정시스템: 2. 생체신호 모니터링 소프트웨어 시스템”, 센서학회논문지, 제15권, 제6호, pp. 417-424, 2006.
- [11] W. Y. Chung and S. J. Oh, “Remote monitoring system with wireless sensors module for room environment”, *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 113, no. 1, pp. 64-70, 2006.
- [12] C. L. Yau, K. S. Shin, and W. Y. Chung, “Interface between wireless sensor network and cellular phone for personal healthcare system”, 한국센서학회 종합학술대회 논문집, pp. 21-24, 2006.

신광식 (Kwang sig Shin)



- 1993년 3월~2001년 2월 동서대 전자공학(공학사)
- 2001년 2월~2005년 8월 삼영ENC(주) 주임연구원
- 2005년 3월~현재 동서대 유비쿼터스IT 석사과정
- 주관심분야 : RF통신소자, FPGA설계, 무선센서네트워크

권준달 (Jun Dal Kwon)



- 2001년 3월~2006년 11월 동서대 컴퓨터정보공학부 학부생
- 주관심분야 : 무선센서네트워크, 임베디드시스템

이영동 (Young Dong Lee)



- 2004년 동서대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)
- 2006년 동서대학교 소프트웨어전문대학원 컴퓨터네트워크학과 졸업(공학석사)
- 2006년~현재 동서대학교 소프트웨어전문대학원 유비쿼터스 IT학과 박사과정
- 주관심분야 : 유비쿼터스 헬스케어, 무선센서네트워크.

정완영 (Wan-Young Chung)



- 1992년 8월 경북대 전자공학과(공학석사)
- 1998년 5월 규슈대 재료기술공학과(공학박사)
- 1999년 3월~현재 동서대학교 컴퓨터정보공학부 부교수
- 2004년 7월~현재 유비쿼터스 IT 전문인력양성 사업단장
- 2006년 3월~현재 BK21 WSN을 활용한 u-헬스케어 기술개발핵심사업팀 팀장
- 주관심분야 : 유비쿼터스 헬스케어, 무선센서네트워크, 반도체센서, 홈네트워킹