

# 센서 네트워크 응용을 위한 무선 통신 모듈 설계 및 구현

## Design and Implementation of the RF Module for Sensor Network Applications

동성수\*, 이종호

(Sung Soo Dong and Chong Ho Lee)

**Abstract :** Recently, various ubiquitous networking services are developed and implemented for easy living. In general, new ubiquitous networking services require the new infrastructure including equipments and devices. However, it is difficult to replace existing infrastructure and devices with new ones in the home or office because of cost and maintenance problems. In this paper, we developed small-size web based RF wireless communication systems for sensor network applications. The designed RF systems are implemented using commercial system on a chip (SoC) on existing infrastructure and devices. The developed systems are tested for light control and temperature sensing and they are applied to sensor network training courses for students and engineer as well as various practical applications.

**Keywords :** sensor network, ubiquitous, smart home, RF hardware, web-base monitor and control

### I. 서론

기술은 인간에게 보이지 않는 형태로 존재하여 무의식적인 상태에서 도움을 주어야 한다는 철학적 바탕의 유비쿼터스 패러다임이 여러 응용분야에서 연구되고 있다[1]. 유비쿼터스 컴퓨팅이란, 주변의 모든 사물에 내장된 컴퓨팅 디바이스들이 네트워크로 서로 연결되어 있어서, 언제 어디서나 어떤 장치를 통해서도 사용자가 의식하지 않고도 필요한 서비스를 지능적으로 제공해 주는 물리적 환경을 말한다[2]. 현재의 환경에 있어서 컴퓨터의 보급은 사무실 및 가정을 포함해서 급격하게 증가하였고, 디지털TV, DVD, MP3P 등의 디지털 기기는 물론이고 웹패드나 PDA, 모바일폰 같은 개인정보 단말기 등의 네트워크 가능한 도구들이 보편화 되고 있다. 이러한 인프라로 인하여 많은 서비스들이 나왔고, 추후되고 있다. 원격제어, 원격검침 등의 편리서비스, 가정의 안전과 감시, 원격 의료 및 방법, 방재와 같은 안전서비스, 게임, 양방향 대화형 TV, 컴퓨터 원격 제어 등의 즐거운 생활을 위한 서비스, 통신 및 메시징, 맞춤형 정보, 원격 상거래와 같은 유통 서비스, 텔레메틱스 서비스, 재난 경보 등의 공공 서비스 등이 그 일부이다[3]. 이런 편리한 생활의 욕구는 인간이 주거거주하는 물리적 공간인 가정과 사무실에서 많은 환경변화를 요구한다. 정보기기 단말기 등과 시스템이 자동으로 제어되는 스마트 홈이 유비쿼터스 개념과 접목하여 유비쿼터스 홈을 구현하려는 기술 등이 그것이다[4]. 이렇게 새로운 서비스를 제공해 주는 유비쿼터스 컴퓨팅의 중요한 요소로 센서 네트워크기술이 있다. 필요로 하는 장소나 사물에 센서를 부착하여, 온도, 습도, 조도, 사물의 인식 등과 같은 정보를 습득하여 네트워크를 이용하여 실시간으로 관리하는 것이 센서 네트워크 기술이다. 결국 모든 사물에 네트워크 가능한 컴퓨팅을 부여해서 언제, 어디서나, 어떤 디바이스와도 통신 가능한 환경을 구축하려는 것이다[5]. 그러나, 이런 서비스가

실생활에 적용될 때는 많은 문제점이 있다. 새로운 서비스를 위해서 가정이나 사무실, 빌딩 혹은 도시전체 등을 대상으로 기존에 이미 설치되어 사용되고 있는 부분들을 걷어내고 새로운 기술을 적용하기에는 너무 많은 비용이 든다. 또한 새로운 장치들이 설치하기에 복잡하거나 유지보수가 어렵다면 실생활에 적용할 확률이 적을 것이다. 따라서 기존의 설비 및 인프라를 적극 활용해서 사용하고 통신해야 하며, 새롭게 배선을 설치하는 것은 억제하면서도 임의의 원하는 장소를 이용할 수 있어야 한다.

본 논문은 유비쿼터스 환경의 서비스에서 적용 할 수 있으면서도 기존 인프라를 활용하여 저가격으로 만들 수 있고, 소형화 하여 임의 장소 배치가 용이하고, 기술접근이 용이해서 개발기간을 단축할 수 있는 무선 센서 단말 시스템 구현에 목적이 있다. 구현된 시스템을 이용하여 원격제어/검침, 스마트 홈 서비스 등에 사용하고자 한다. 논문의 구성은, 본문에서 전체 시스템 구성을 제안 하였고, 제안된 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 설계 및 구현 내용을 소개하였다. 실험결과 부분에서 구현된 시스템을 이용하여 한 가지 응용을 시연한 내용을 소개하였으며, 결론을 통해 향후 방향을 논의하는 것으로 구성하였다.

### II. 시스템 구성 및 하드웨어

네트워킹 기술에는 Ethernet, HomePNA(Home Phoneline Networking Alliance), PLC(Power Line Communications), IEEE 1394, IEEE 802.17 등의 유선 기술과 무선 LAN, Bluetooth, IEEE 802.15.3(High Rate WPAN), UWB(Ultra Wide Band), IEEE 802.15.4(ZigBee) 등의 무선 기술 등이 있다[6]. 본 연구에서는 장애물로 인해 간섭 받지 않고, 허가나 비용 문제에서 최대한 자유로운 2.4GHz대의 RF 기술을 이용하였다. 제안된 시스템은 그림 1과 같이 네트워크로 연결된 환경을 가정하고, 이러한 환경에서 원격제어/검침 등의 응용이 가능하도록 구현하였다.

그림 1에서 제어/감시 영역(control/monitor area)은 사용자가 컴퓨터에서 웹 브라우저를 사용하여 원격지의 서버에 접속

\* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2005. 9. 15., 채택확정 : 2005. 10. 25.

동성수 : 용인송담대학 디지털전자과(ssdong@ysc.ac.kr)

이종호 : 인하대학교 정보통신공학부(chlee@inha.ac.kr)

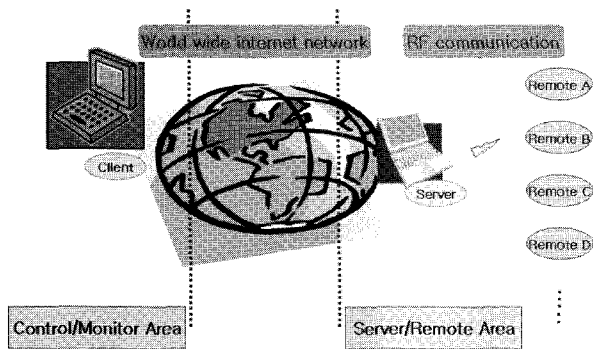


그림 1. 네트워크로 연결된 환경.  
Fig. 1. Networked environment.

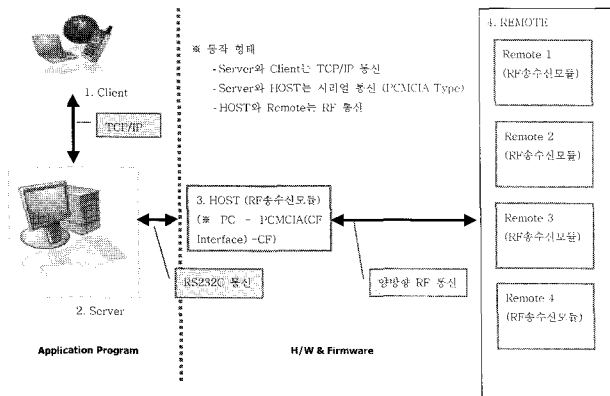


그림 2. 시스템 구성도.  
Fig. 2. System block diagram.

속하여 그 곳의 상태를 모니터하고 제어도 가능한 지역을 말한다. 서버/리모트 영역(server/remote area)은 하나의 서버와 여러 개의 리모트가 서로 통신할 수 있는 영역이다. 리모트는 센서나 제어장치와 연결되어 있는 부분이고, 서버는 수집 데이터 또는 제어 데이터를 원격지의 네트워크 접속 요청장소로 전송 시켜주는 시스템이다. 따라서 내장된 컴퓨팅 디바이스 역할을 하는 리모트들과 서버 및 클라이언트가 네트워크를 형성해서 원격 감시/제어 등의 서비스를 제공해주는 환경을 구성할 수 있다. 그러므로 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에 적용되어 사용될 수 있다.

설명된 네트워크 환경에서 적용할 수 있도록 그림 2와 같은 시스템을 제안 하였다.

그림 2에서 클라이언트는 원격지에서 서버에 TCP/IP 방식으로 접속하여 서버의 기능을 대행할 수 있는 클론 프로그램으로서, 서버에서 수집된 데이터를 통해 리모트의 상태 확인도 가능하고 제어도 할 수 있다. 이더넷(ethernet) 기반의 인터넷에 쉽게 접근하기 위해서 TCP/IP 방식을 사용하였고, 이는 기존의 통신 인프라를 활용할 수 있다는 장점이 있다. 서버는 호스트 모듈과 연동하여 근거리의 리모트 들에서 채집된 데이터를 수신하여 상태를 확인하고 파일로 저장할 수 있다. 호스트는 서버와 리모트들 사이에서 데이터 송수신을 위한 모듈로서, 서버가 운영되는 컴퓨터에 장착되어 근거리의 리모트들과 무선(RF) 방식으로 통신한다. 리모트는 제어하고자 하는 장치나 센서에 장착되어, 자료수집 및

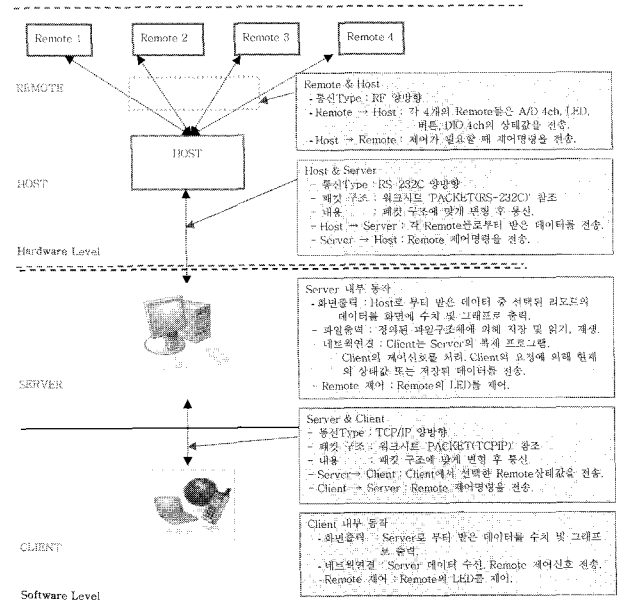


그림 3. 시스템 동작 관계도.  
Fig. 3. Proposed system topology.

명령신호에 의한 제어를 담당하고, 호스트를 통해 서버/클라이언트와 연동되어 서비스를 처리한다.

제안된 구성도에 따른 동작 관계를 그림 3에 나타내었다.

그림 3의 상단 부분에서 리모트들과 호스트는 서로 근거리의 위치에 있는 상태이고 그 사이는 2.4GHz의 RF 방식으로 통신 한다. 리모트 모듈은 내부에 A/D(Analog to Digital), LED, 버튼, DIO(Digital Input/Output)의 입출력이 있다. 리모트에서 호스트 방향으로는 A/D에 연결된 센서의 측정값, DIO에 연결된 전등과 같은 제어장치의 상태 값(on/off 등) 들을 전송하며, 호스트에서 리모트 방향으로는 제어 명령을 전송하여 DIO에 연결된 전등 등의 장치를 제어 할 수 있다. 그림 3의 하드웨어 레벨 부분을 보면, 호스트는 리모트와 서버 사이에 위치한 부분으로 CF+(Compact Flash)방식을 이용하여 컴퓨터에 장착되는 하드웨어 모듈이다. 컴퓨터에는 서버 프로그램이 동작되고 있으며 호스트 모듈과 서버 프로그램 사이는 RS-232C 방식으로 통신 한다. 호스트에서 서버 쪽으로는 각 리모트 들로부터 받은 데이터를 전송하고, 서버에서 호스트 방향으로 리모트 제어 명령을 전송한다. 서버는 호스트로부터 받은 여러 리모트들의 데이터 중에서 원하는 리모트의 데이터를 컴퓨터 화면상에 수치 및 그래프로 출력해 준다. 또한 데이터를 파일로 저장하고, 읽고, 재생할 수 있다. 그리고 인터넷(네트워크) 연결을 통해 원격지에 있는 클라이언트의 제어신호를 처리하고, 클라이언트의 요청에 의해 현재의 상태 값 또는 저장된 데이터를 전송할 수 있다. 그림 3의 소프트웨어 레벨을 살펴보면, 서버 프로그램과 클라이언트 프로그램 간에는 TCP/IP 방식으로 통신이 하기 때문에 서버가 구동되는 컴퓨터와 클라이언트가 구동되는 컴퓨터는 서로 인터넷을 통해 네트워크가 형성된다. 따라서 서버와 클라이언트가 서로 멀리 떨어져 있어도 서버에서 클라이언트 쪽으로는 클라이언트에서 선택된 리모트의 상태 값을 전송하고, 클라이언트에서 서버 쪽으로는 리모트 제어 명령을 전

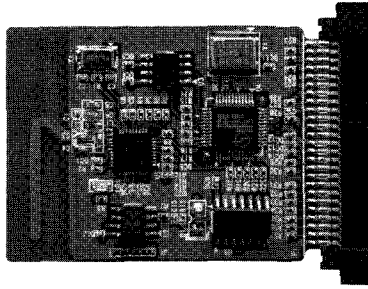


그림 4. 구현된 호스트 모듈.  
Fig. 4. Implemented host module.

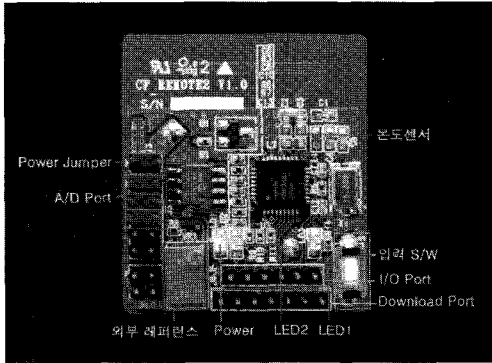


그림 5. 구현된 리모트 모듈.  
Fig. 5. Implemented remote module.

송하는 기능을 수행한다. 클라이언트는 서버의 클론 프로그램이므로 클라이언트에서도 서버와 동일하게 리모트에서 수집된 데이터를 수치 및 그래프로 화면으로 출력하고, 리모트 제어 신호를 전송한다.

따라서 제안된 시스템은 리모트를 통해 전등, 커튼, 가스 잠금 등의 제어가 가능하고 센서를 이용한 온도, 습도, 맥박 등의 검침이 가능한 구조로 구성할 수 있다. 그리고 클라이언트를 통해 원격지에서 유무선 랜(LAN)이 설치된 곳에서는 검침 및 제어가 가능하다.

제안된 시스템의 호스트를 설계하여 구현한 보드를 그림 4에 보였다.

설계한 호스트는 컴퓨터 또는 노트북의 CF 슬롯에 장착되는 모듈로서 리모트들과 무선으로 송수신되는 데이터를 서버와 통신할 수 있도록 슬림 카드 형태로 구현 하였다. 그림 4의 오른쪽 부분이 CF 인터페이스 부분이고 맨 왼쪽이 PCB에서 라인으로 안테나를 처리한 부분이다. 호스트 보드는 CF 인터페이스를 통해 컴퓨터나 노트북에서 전원이 공급되므로 외부전원이 필요 없다. 또한 CF 방식으로 접속하므로 서버 역할의 컴퓨터가 노트북뿐만 아니라 PDA로도 구현할 수 있다는 장점이 있다.

리모트는 그림 5에 구현된 보드를 나타내었다.

구현된 리모트는 습도, 맥박 등의 센서를 위해 A/D 포트, 동작 유무의 인식을 위한 LED, 전등, 커튼 등의 장치 제어를 위한 포트 등으로 입출력을 구성하였다. 그리고 온도센서는 기본으로 내장하여 바로 응용이 가능하도록 하였다.

그림 5의 중앙 우측의 칩이 nordic의 Nrf24e1인데, CPU 코

어가 8051이고, 칩 내부에 A/D 컨버터와 2.4GHz radio transceiver 가 내장된 시스템온칩 이다[7].

기존에 유비쿼터스 컴퓨팅을 활용하여 편리한 서비스 환경을 구현하려는 프로젝트 들이 많이 있는데, 우리나라는 ETRI를 중심으로 하여 스마트 홈, 스마트 타운 프로젝트[8]가 진행되고 있고, 일본은 TRON 프로젝트[9]가 있다. 또한 MS의 EasyLiving 프로젝트[10], HP의 CoolTown 프로젝트[11] 등이 대표적이다. 이러한 프로젝트들에서도 장치들이 많이 개발되고 있다. 구현한 시스템에 Nrf24e1를 사용한 이유는 기존의 장치들에 대비해서 외부에 통신모듈을 사용할 필요가 없고, 상용화 SoC이므로 소형화를 위해 따로 많은 비용을 들여 ASIC을 만들지 않아도 되는 장점이 있기 때문이다.

리모트 보드는 사물에 내장된 컴퓨팅 디바이스 역할을 하며 센서를 통한 데이터 수집과 리모트에 연결 되는 전등, 전원 콘센트, 가스 잠금 등의 장치 제어가 주 목적이므로 약 36 x 89 mm 의 크기로 소형화 하였다. 이를 위해 전원도 소형의 시계 배터리를 사용할 수 있도록 하였다. 외부환경 하에서 컴퓨팅 디바이스로 사용하는 경우에 전원 문제를 해결하기 위해서 태양전지를 이용할 수 있도록 하였다. 호스트와의 통신속도는 적용하는 수정발진기의 클럭 주파수에 따라 다르지만, 최소 110bps에서 최대 921.6Kbps까지 동작한다.

제안된 시스템은 기존에 설치된 정보기기 및 기술을 활용하여 빠른 시간 내에 개발 가능하고 저가로 구현 가능하도록 하여, 유비쿼터스 컴퓨팅의 본 취지인 네트워크로 연결되고 인간을 도와주는, 보이지 않는 기술에 근접하면서도 새로운 패러다임이 거부감을 느끼지 않도록 하는 데에 중점을 두었다.

### III. 소프트웨어 및 화면 구성

구현된 시스템에서 서버와 호스트 사이의 통신은 RS-232C 방식이고, ASCII 문자로 송수신 하며 패킷 길이는 고정으로 하여 사용한다. RS-232C는 속도가 115200bps, 데이터는 8bit, 정지 비트는 1bit, 패리티 비트는 none, 제어신호는 none으로 설정 하였고 변경 가능하다. 네트워크는 고정 IP를 사용하였으며, 디폴트 포트는 40000이다. 사용자가 변경 가능하며 동시 접속 클라이언트 수도 변경 가능하다. 사용된 패킷은 그림 6과 같이 정의 하였다.

비 고	S T X	DATA														C H E C K S U M	E T X				
		ADDRESS ID		A/D				LED		PUSH S/W	DIGITAL I/O CONTROL				DIGITAL I/O VALUE						
		SRC	DE ST	C <sub>H</sub> 1	C <sub>H</sub> 2	C <sub>H</sub> 3	C <sub>H</sub> 4	LE D1	LE D2		C <sub>H</sub> 1	C <sub>H</sub> 2	C <sub>H</sub> 3	C <sub>H</sub> 4	C <sub>H</sub> 1			C <sub>H</sub> 2	C <sub>H</sub> 3	C <sub>H</sub> 4	
단위 bytes	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

그림 6. 호스트와 서버간 패킷 정의.  
Fig. 6. Packet specification of host and server.

비 고	S T X	DATA														C H E C K S U M	E T X					
		ADDRESS		A/D				LED		PUSH S/W	DIGITAL I/O CONTROL				DIGITAL I/O VALUE							
		SRC	DE ST	RID	TY PE	C <sub>H</sub> 1	C <sub>H</sub> 2	C <sub>H</sub> 3	C <sub>H</sub> 4		LE D1	LE D2	C <sub>H</sub> 1	C <sub>H</sub> 2	C <sub>H</sub> 3			C <sub>H</sub> 4	C <sub>H</sub> 1	C <sub>H</sub> 2	C <sub>H</sub> 3	C <sub>H</sub> 4
단위 bytes	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

그림 7. 서버와 클라이언트간 패킷 정의.  
Fig. 7. Packet specification of server and client.

패킷의 길이는 22byte를 사용하였고 형태는 호스트에서 서버 방향, 서버에서 호스트 방향 둘 다 같다. 헤더의 시작과 끝은 STX와 ETX에 고정 값으로 알 수 있고, A/D의 측정된 데이터의 경우는 채널당 1byte 이므로 0-255 사이의 값으로 표시 가능하다. Digital I/O control 부분은 입출력 제어를 의미하고, Digital I/O value 부분은 현재의 값을 나타낸다. check sum은 데이터 값들을 모두 더한 것으로 계산하였다.

서버와 클라이언트 사이의 통신은 TCP/IP 방식이며, 마찬가지로 ASCII 문자로 송수신 하고 패킷 길이는 고정하여 사용하였다. 패킷의 정의는 그림 7에 나타내었다.

패킷은 30byte로 길이를 고정하여 사용하였으며, 호스트와 서버간 패킷에 대비하여 address 부분에 RID와 A/D 부분에 type이 첨가 되었고, 다른 부분은 동일하게 사용 되었다. RID는 제어되거나 제어하는 리모트의 번호를 의미하며, type은 현재 측정되고 있는 데이터인지 저장된 데이터인지를 구분해 주는 필드 이다. 정의된 패킷을 기준으로 호스트 한 개당 리모트 4개를 모니터하고 제어할 수 있으며, 리모트 한

개는 4개의 채널을 사용할 수 있도록 구현하였다. 8051 베이스 코어의 CPU를 사용하여 초급의 기술인력도 접근이 용이하도록 하였고, 프로그램의 수정과 보완이 가능하도록 외부에서 프로그램 다운로드 할 수 있게 보드를 구성하였다.

서버에서의 소프트웨어 동작과 클라이언트에서의 동작, 그리고 서버와 클라이언트간의 프로그램 동작을 간략하게 순서도로 표시하여 그림 8에 나타내었다.

소프트웨어 프로그램에서 중요한 부분 중 하나가 사용자 인터페이스 부분이다. 가능한 사용하기 편리해야 하므로 직관적으로 보아도 사용할 수 있도록 구성하였다. 구현된 사용자 인터페이스 프로그램은 그림 9에 나타내었다.

사용자 화면은 서버와 클라이언트가 동일하게 구성하였고, 클라이언트는 단지 직렬통신 루틴만 없다. 사용자 화면 중간에 4개의 채널표시가 있는데, 이는 현재의 호스트와 통신되는 4개의 리모트를 나타낸다. 원하는 리모트를 선택하면 왼쪽 상단 remote에 표시되고, 선택된 리모트의 4개 출력(사용자 화면상의 왼쪽 하단 부)과 led, 스위치(사용자 화면상의 왼쪽 중간 부)의 상태 확인 및 제어가 가능하다. 상태는 동작 중일 때는 버튼이 빨간색, 정지일 때 하얀색으로 표시되며, 버튼을 마우스로 선택하여 토글 시켜 제어할 수 있다.

IV. 실험 및 결과

제안하여 구현된 무선 통신모듈 시스템의 기본 동작을 확인하기 위하여 먼저 조명 제어를 시연하였다. 동작 확인이 가장 용이하기 때문에 조명제어 응용을 먼저 선택하였고, 온도센서는 내장되어 있으므로 온도 감지는 기본적으로 수행된다. 그림 10이 시연을 위해 조성한 시스템 환경이다.

그림 10에서 오른쪽의 노트북이 CF 슬롯에 호스트가 장착되어 있고 서버 프로그램이 동작하는 서버이고, 왼쪽의 노트북이 클라이언트 프로그램이 동작하는 클라이언트이다. 둘 다 인터넷에 연결되어 있다. 그림 중앙부에는 리모트들이 놓여 있고, 그 중 하나가 오른쪽 조명기구에 연결되어 있다. 조명의 220V 전원 제어를 위해서 릴레이 스위치를 적용했으며, 릴레이의 구동부는 리모트의 입출력 포트 중 하나에 연결되어 있다. 4번 리모트를 조명기구 제어용으로 사용하고, 4번 리

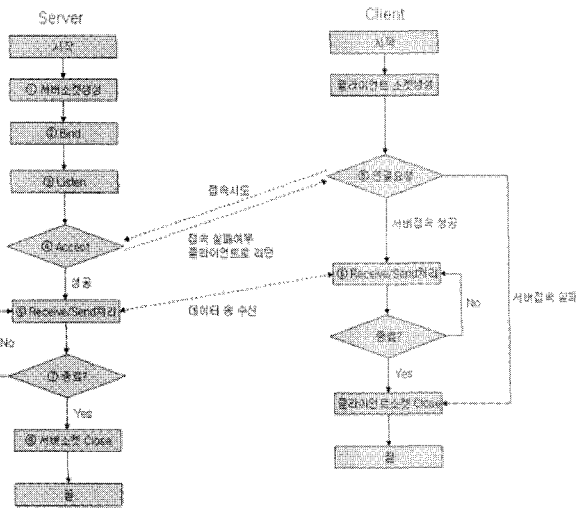


그림 8. 서버와 클라이언트의 프로그램 순서도.  
Fig. 8. Software flowchart of server and client.

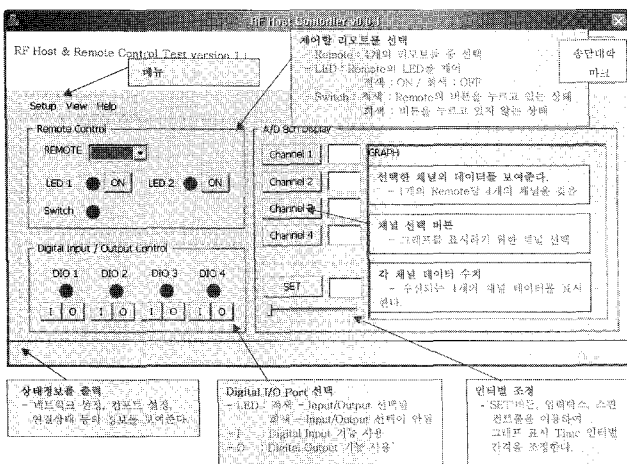


그림 9. 사용자 화면 구성.  
Fig. 9. Graphic user interface.

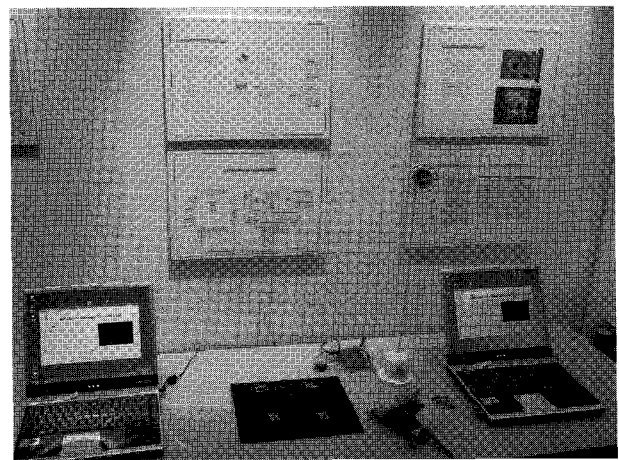


그림 10. 조명 제어 동작 시연.  
Fig. 10. Operation test of light control.

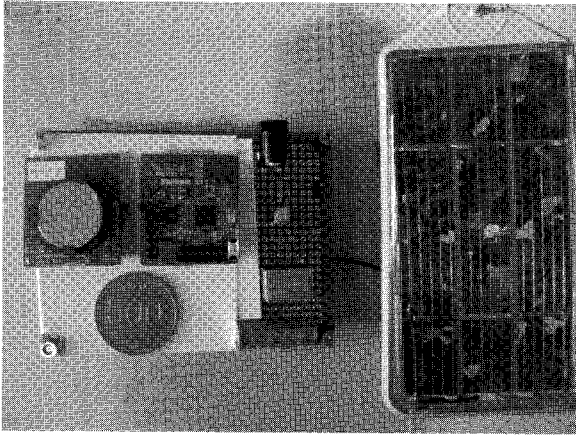


그림 11. 리모트 모듈과 릴레이, 태양전지.

Fig. 11. Remote module, relay and solar panel.

모트의 입출력 포트 중 2번을 릴레이 구동부에 연결하여 실험하였다. 클라이언트 컴퓨터를 옆방으로 이동하여 인터넷에 접속 후, 프로그램을 동작 시켜 사용자 화면이 구동되면(그림 9 참조) 좌측 상단에서 조명기구 제어용 리모트 4를 선택한다. 그리고 화면 좌측 하단의 DIO 2에서 밀의 I(입력모드)를 선택하면 버튼 색이 흰색(off) 또는 빨간색(on)으로 표시되어 조명의 상태를 확인 할 수 있다. DIO 2 밀의 O(출력모드)를 마우스로 선택하고 버튼을 클릭하면 버튼 색이 토글 되면서 조명을 제어할 수 있었다. 빨간색으로 만들면 조명이 켜지고, 흰색으로 만들면 조명이 꺼진다. 리모트 내에는 온도센서가 내장되어 있고 디폴트로 A/D 채널 4에 연결되어 있다. 따라서 사용자 화면 우측에서 A/D 표시부의 채널 4를 선택하여 그래프 화면에 리모트가 동작하고 있는 곳의 온도가 표시되어 온도 감지 동작을 확인하였다. 리모트를 이동시키며 동작을 하였을 때, 서버에서 반경 20M 정도는 문제 없이 동작을 하여, 사무실이나 가정 내에서 원격검침 및 제어가 가능한 유비쿼터스 환경을 구현할 수 있음을 보였다.

제안된 시스템은 저가격화, 소형화, 기술 접근의 용이성 등에 주안점을 두고 설계 및 구현을 하였고, 리모트의 크기를 이해하기 쉽도록 리모트 모듈과 오백원 주화를 비교한 사진을 그림 11에 나타내었다.

오백원 주화 상단 오른쪽이 리모트 모듈을 뒷면으로 하여 보인 것이고, 왼쪽은 시계 배터리가 장착된 밀면을 보인 것이다. 사진의 가운데 부분은 220V 전원 개폐용 릴레이 모듈이다. 리모트 모듈을 이용하여 원격검침에 응용하는 경우, 접근이 힘든 외부환경에 적용할 때에 태양전지를 이용하여 전원 문제를 해결할 수 있다. 참고로 테스트에 사용된 태양전지를 사진 우측에 보였다.

현재는 호스트 하나 당 리모트 4개와 통신 가능하도록 하였다. 각 리모트는 장치 제어를 위해 4개의 채널이 있다. 따라서 가정 내에 인터넷이 연결된 컴퓨터에 호스트를 장착하

여 서버를 구성하면, 가정 안에 산재된 제어 장치 16개 까지를 사무실에서 인터넷에 연결된 클라이언트를 통해서 제어 및 검침이 가능한 것이다.

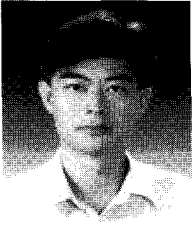
## V. 결론

본 연구에서는 유비쿼터스 환경으로 서서히 변화하는 부분의 틈새 시장에 적합하도록 기존 설비를 활용하여 저가격으로 만들 수 있는 센서 단말 시스템을 구현하였다. 또한 무선통신의 소형으로 구현하여 임의의 장소에 접근하기 용이하게 해서 활용도를 높이도록 하였고, 소프트웨어 프로그램 수정, 보완이 용이하도록 하여 학생 및 기술자의 교육에 적용할 수 있도록 하였다. 구현된 시스템을 활용하여 조명제어에 적용한 시연을 수행하였다. 가정이나 적은 사무실 정도의 범위를 갖는 무선 반경 안에서 동작이 이루어졌고, 일정 범위의 유비쿼터스 네트워킹 역할을 할 수 있음을 보였다.

현재 카메라의 영상 데이터도 전송 가능하게 구현 중에 있으며, 클라이언트를 무선랜 기능이 있는 PDA 등의 작은 단말장치에 적용하도록 사용자 인터페이스 및 소프트웨어 프로그램을 구현 중에 있다. 또한 응용도 확장하여 생체신호도 처리할 수 있도록 진행 중이다. 센서 간의 네트워크도 고려 중에 있으며, 소프트웨어 프로그램은 개발, 수정, 보완이 가능하므로 지능형 처리가 가능한 알고리즘을 적용하여 성능과 효율성을 증대시킬 수 있는 플랫폼의 역할을 할 수 있다. 향후에 좀 더 유비쿼터스 환경에 스며드는 저가의 상용 및 교육 시스템으로 발전 시키고자 한다.

## 참고문헌

- [1] M. Weiser, "Hot topics-ubiquitous computing," *IEEE Computer*, pp. 71-72, October, 1993.
- [2] M. Weiser, "The computer for the 21st century," *Scientific American*, pp. 94-101, September, 1991.
- [3] 정보통신부, "Digital Life 실현을 위한 Digital Home 구축 기본계획," 2003. 7.
- [4] D. Patel and S. Agamanolis, "Habitat: awareness of life rhythms over a distance using networked furniture," *Proc. Of the 5th International Conf. on Ubiquitous Computing*, pp. 163-164, October, 2003.
- [5] 노무라총합연구소, "유비쿼터스네트워크와 신사회 시스템," 전자신문사, 2003.
- [6] 양재수, 전호인, "유비쿼터스 홈네트워킹 서비스," 전자신문사, 2004.
- [7] Nordic, "Nrf24e1 Datasheet," Nordic VLSI ASA, Jul., 2003.
- [8] 이은경, 하원규, "유비쿼터스 컴퓨팅 비전과 주요국의 연구동향," 전자통신동향분석, 제17권, 6호, pp.1-10, 2002. 12.
- [9] 노무라총합연구소, "유비쿼터스네트워크와 신사회 시스템," 전자신문사, 2003.
- [10] EasyLiving at MS, <http://research.microsoft.com/easy-living/>.
- [11] CoolTown at HP, <http://www.cooltown.com/>.



**동성수**

1967년 5월 11일생. 1990년 인하대학교 전기공학과(공학사). 1992년 인하대학교 전기공학과(공학석사). 2005년 인하대학교 전기공학과 (공학박사수료). 2001년~현재 용인송담대학 디지털전자과 조교수. 관심분야는 ASIC/SoC 설계, 진화적

응하드웨어, 재구성형 컴퓨팅.



**이종호**

1953년 4월 14일생. 1976년 서울대학교 전기공학과(공학사). 1978년 서울대학교 전기공학과(공학석사). 1986년 미국 아이오와주립대 전기및컴퓨터공학과(공학박사). 1989년~현재 인하대학교 정보통신공학부 교수. 관심분야는 진화적응하

드웨어, 인공지능칩, 재구성형 컴퓨팅.