

# 다기능센서를 이용한 임베디드 홈오토메이션 시스템 개발

(Development of embedded Home Automation System  
using Multi-sensor)

김 인 경, 류 정 탁\*  
(In-Keong Kim, Jeong-Tak Ryu)

**요 약** 최근 디지털 기술들의 눈부신 발전을 거듭하고 있다. 이를 바탕으로 다양한 전자제품이 디지털화 되었고 그 대상이 점차 확대되고 있다. 이에 따라 임베디드 기술과 인터넷 기술이 결합된 임베디드 홈 오토메이션 시스템에 대한 개발이 많은 관심을 모으고 있다. 특히 유비쿼터스 시대를 맞이하여 일반 가정에도 경제적으로 우수한 홈 오토메이션 시스템을 선호하게 되었다. 따라서 본 연구에서는 현재 구현되고 있는 홈오토메이션시스템들의 단조로운 제어에서 탈피하여 지능화된 유비쿼터스 환경을 가정에 도입하기 위한 시스템을 설계하고자 한다.

**핵심주제어** : 임베디드 홈 오토메이션 시스템, 다기능 센서, 유비쿼터스 센서 네트워크

**Abstract** Recently, IT industry by digital technique is improved gradually. Therefore many electronic appliance became the digital, and this is magnified gradually. The development of embedded home automation system combined embedded and internet technique is taking many interest. Specially in the times of the ubiquitous, excellent economically home automation system is preferred even in general family. Therefore, in this paper, we escape from monotonic control of home automation and draw a plan intelligent home automation to be developed.

**Key Words** : embedded home automation system, multi-sensor, Ubiquitous sensor network(USN)

## 1. 서 론

최근 들어 전자공학에 관련된 기술이 눈부신 발전을 거듭하고 있다. 이를 바탕으로 우리 생활에서 사용되는 다양한 시스템들이 기능을 강화하고 있으며 임베디드 기술을 동원하여 시스템의 기능은 점차 확대되어 가고 있다 [1,2]. 특히 가정에서는 홈오토메이션 시스템에 네트워크

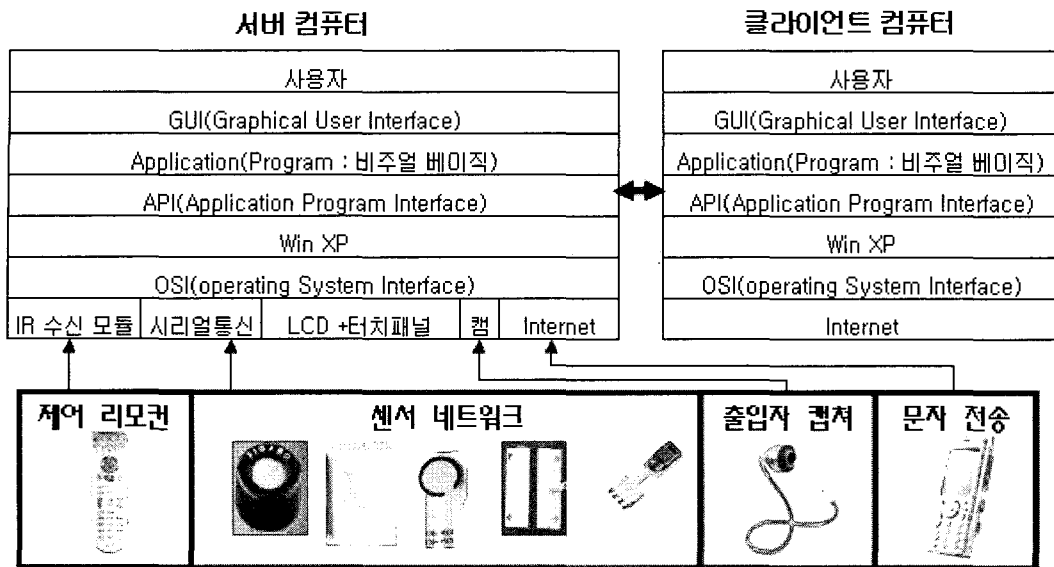
기능을 부가하여 사용 기능을 증대시키고 있으며, 최근에는 어디서나 컴퓨팅을 할 수 있다는 개념으로 유비쿼터스 패러다임이 등장하게 되었다 [3-7].

유비쿼터스 센서네트워크(USN) 기술은 홈오토메이션 기술을 더욱 극대화시켜 주는 기술이라 할 수 있다.택내의 곳곳에 필요한 센서들을 부착하여 필요한 정보를 수집하며 미리 결정된 순서에 따라 시스템을 제어하게 된다. 이러한 유비쿼터스 센서 네트워크 기술들은 정부의 차세대 신성장동력산업

이 논문은 2004학년도 대구대학교 학술연구지원에 의한 논문임  
\* 대구대학교 전자공학부(jryu@daeg.u.ac.kr)

과 연결되어 국내의 많은 업체들이 개발 중에 있으며 세부기술의 개발이 정착단계에 접어들었다.

먼저 방문자가 방문하였을 경우 현관에 설치된 방법 카메라에 의해 자동으로 방문자의 정지 화상



<그림 1> 전체시스템 구성도

하지만 현재의 단계에서는 실생활에 사용하기에는 몇 가지 문제점들이 존재하다. 사실 현재의 기술로도 어느 정도의 실증환경을 구축하여 실생활에 응용하기에는 충분하다 할 수 있다. 그러나 사회 적용을 위해서는 무엇보다도 경제적인 면을 극복하지 않으면 불가능하다고 판단된다. 고기능화 및 다기능화는 결국 시스템의 가격을 상승시키는 주요한 요인이 된다. 따라서 적절한 기능의 선택과 알맞은 시스템 사양의 선택은 본 기술이 실생활에 적용할 수 있는 가장 빠른 방법이 될 것으로 예측된다.

본 논문에서는 실생활의 사용을 위해 기존택내의 시스템 사양을 이용하게 하므로 경제적인 면을 극복하고 또한 기존의 홈오토메이션 시스템에 비하여 사용자 중심의 유비쿼터스 환경을 조성하므로 진정한 의미의 실생활 환경에서의 임베디드 홈오토메이션 시스템을 개발하였다.

## 2. 전체 시스템 구성

본 논문에서 개발된 저가형 홈 오토메이션 시스템의 전체 개념도를 그림 1에 나타내었다.

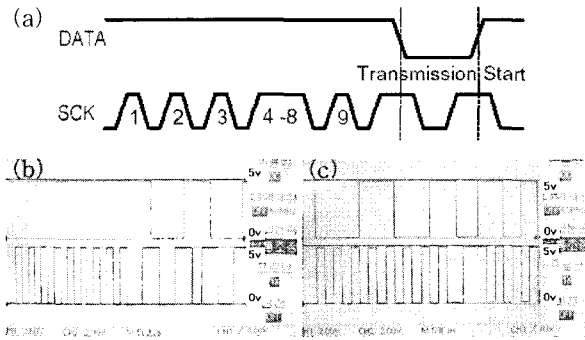
을 서버에 저장하게 된다. 또한 서버의 모니터에 방문자의 영상이 표현되어지게 된다. 만약 주택 관리자가 외출중인 경우 현관의 인터폰과 주택 관리자의 휴대폰으로 직접 통화가 시도되며 서로 대화를 할 수 있게 된다. 경우에 따라 주택 관리자의 휴대폰에 방문자의 영상이 전송된다. 또한 홈네트워크 시스템의 기본적 기능인 가전기기의 원격제어 및 조명제어, 가스밸브 제어, 난방제어, 에어컨 제어가 가능하다. 주택관리자에게 문자 메시지를 전송하므로 재난에 신속히 대처할 수 있도록 시스템이 구성되어 있다. 무엇보다도 본 시스템은 기존의 홈 인터넷 시스템을 그대로 이용하여 시스템을 제어할 수 있으므로 실생활 환경에서의 사용면에서 경제적인 문제도 축소시킨 것이다.

프로세서에서 감지되는 값과 하드웨어 동작 신호는 서버와 시리얼 통신을 통해 데이터 송수신을 한다. 서버는 하드웨어를 제어하거나 필요한 센서 값을 읽어오기 위해서 하드웨어로 미리 정해진 신호를 송신해서 원하는 값을 수신할 수 있다.

## 3. 시스템 제어 및 센싱

### (1) 온/습도 센서 작동 및 제어

본 시스템에서 사용한 온/습도 센서의 특징은 온도 및 습도 센서를 함께 내장 하고 있어 두 가지 값을 동시에 측정이 가능한 센서이다. 특히 정밀한 이슬점 측정이 가능(온도, 습도 센서 거리 0.1 $\mu$ m)하고 습도 측정 범위 및 정밀도가 높다(0~100% RH). 그리고 온도 측정 범위는 -40 ~ 123.8 $^{\circ}$ C 이다. 보정된 디지털 출력 값(온도 14bit, 습도 12bit 출력)을 나타낼 수 있어 AD 컨버터 등의 다른 부품이 따로 필요 없어 간단한 회로도 구현으로 센서 값 출력이 가능하다. 또한 빠른 반응 속도로 동작이 가능하다. 센서 표면 응축 및 침수 후 변화율 +2%로써 신뢰성 있는 데이터 제공이 가능한 온/습도 센서이다.



<그림 2> (a) 데이터와 클럭의 관계를 나타낸 파형, (b) 센서가 요청한 신호에 맞춰 DATA를 전송할 준비가 됐다는 것을 알려주는 신호, (c) 요청된 신호(온도 또는 습도)값을 센서링 후 프로세서로 DATA를 보내주는 신호.

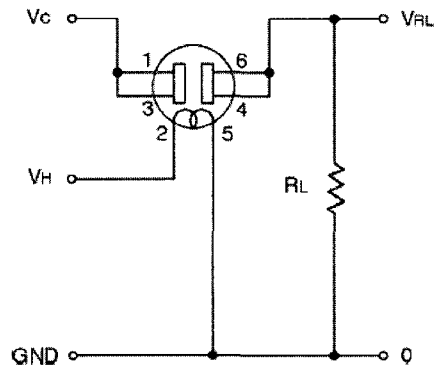
그림 2는 온/습도 센서의 측정 과정을 나타내고 있다. 그림 2(a)의 경우처럼 주기적으로 메인 프로세서에서 파형을 발생하여 센서부에 전달한다. 이 파형 신호에 따라 센서부에서는 실내의 온/습도를 센싱하여 정보처리 시스템에 전송하게 된다. 주어진 온/습도 값과 비교하여 보일러를 작동하거나, Fan이나 에어컨 등을 자동으로 켜거나 끌 수 있다. 또한 사용자가 외출 중에도 온/습도 값을 문자 메시지로 받을 수 있다. 그림 2의 (b)와 (c)는 온/습도 값의 전달 과정을 나타내고 있는 실제 실험 파형이다. 그림 2(b)의 경우는 센서시스템부가 요

청한 신호에 맞춰 DATA를 전송할 준비가 되어 있을 알려 주는 신호이며 그림 2(c)의 경우에는 요청된 신호 값을 센서링한 후 프로세서로 DATA를 전송하는 신호를 보여주고 있다. 실제 온/습도 데이터의 측정 값들은 그림 6에 표시되어 있다.

### (2) 가스센서 작동 및 제어

가스센서는 주부들이 주방에서 가스레인지를 자주 사용하지만 사용 중 다른 일을 병행하거나 외출 시 가스밸브 미확인 또는 평상시 점검을 하지 않는 경우가 많다. 이것은 최악의 경우 대형화재의 원인이 될 수 있다. 이런 경우 가스센서를 이용하여 즉시 이를 인지하여 Fan을 자동으로 가동시켜 집안공기를 환기시키고 가스밸브를 자동으로 작동시켜 추가 화재피해를 방지한다. 마지막으로 집주인에게 문자메시지 등의 수단으로 알려줌으로써 이로 인한 사고를 줄이며 안전사고를 쉽게 예방할 수 있다.

본 시스템에서 사용하는 가스센서는 반도체식이며 센서 신호( $V_{RL}$ )는 간접적으로  $R_L$ 의 전압의 변화에 따라 측정된다.  $R_L$  전압이 증가하면 센서부의 저항값  $R_s$ 는 감소한다. 이것은 가스의 농도에 따라 변화한다.  $R_s$ 는 다음과 같은 공식으로 얻어진다.

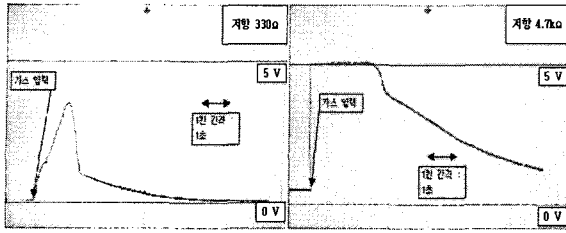


<그림 3> 가스센서의 회로부

$$R_s = \frac{V_c - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L \quad (1)$$

즉,  $R_L$  저항을 증가시키면 적은 가스의 양도 쉽게 인식하여 센서를 동작 시킨다.  $V_H$ 는 5.0 $\pm$  0.2V,

$V_c$ 는 최대24V,  $R_L$ 은 최소 0.45k $\Omega$ 에서 동작한다.



<그림 4> 가스센서의 부하저항 값과 센서 응답 값과의 관계

그림 4에서 볼 수 있듯이 가스센서는 저항이 낮을 때는 출력 전압이 입력전압에 비해서 낮은 것을 확인할 수 있다. 반면 출력 저항이 높을 때는 기본 상태에 역 전압이 흘러 기본상태가 0V가 아닌 약 3V 이상인 것을 알 수 있다. 그리고 저항의 크기에 비례해서 가스 검출 시 출력 전압이 천천히 떨어진다. 따라서 입력받은 가스의 농도가 같을 때 가장 잘 검출할 수 있는 저항은 약 1K $\Omega$  ~ 4.7k $\Omega$  사이의 저항이다.

### (3) 인체감지 센서와 마그네틱 센서 작동 및 제어

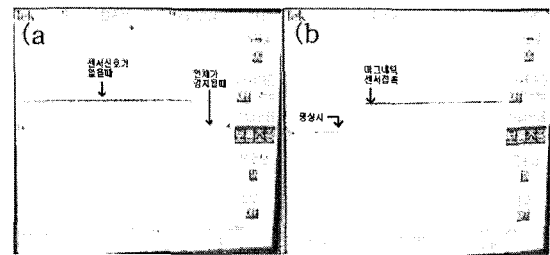
인체감지 센서 및 마그네틱 센서를 사용하여 집안(거실 및 현관)침입자의 신호를 감지하여 카메라를 작동(카메라로 Capture 또는 동영상 촬영하여 서버에 저장) 시키거나 외출한 주인의 휴대폰으로 문자메시지를 보낼 수 있다. 또는 방문자가 있을 때 스피커를 이용하여 용건을 묻고 저장하여 편리하게 방문자 혹은 침입자를 통제 혹은 인지할 수 있다. 본 시스템에서 사용한 인체감지 센서는 최첨단 광학 인체감지 듀얼소자를 사용한 것으로 온도변화에 따른 감도 조절 기능(센서에 내장된 가변 저항을 이용하여 측정범위 조절)을 가지고 있어 장소에 따라 조절이 가능하다. 그리고 광범위한 경계범위를 갖는 멀티 포커스 렌즈가 부채꼴 형으로 되어 있어 넓은 범위까지 센서 작동이 가능하며 오작동 범위를 위한 펄스 카운터 선택도 가능하다. 또한 전기적인 잡음과 전파 잡음에도 강하도록 설계되어 있다.

전원은 DC 10 V ~ 16 V이며 소모전류는 16

mA(경보시 18 mA)이다. 감지범위와 방식은 12m, 폭 130°, 상하 35° 인체 파장 및 온도 감지 방식이다. 접점용량은 DC 24V 300 mA 이하에서 동작하며 - 20° ~ + 50°에서 동작이 가능하다. 또한 본 시스템에서는 창문으로의 침입을 방지하기 위하여 창문에 별도의 마그네틱 센서를 부착하였다.

그림 5(a)는 인체감지센서 PIS2000 센서 신호의 상태를 나타내고 있다. 적외선에 의해 인체 감지가 없는 경우 약 5V의 전압 값을 나타내고 있다가 인체가 감지되면 저항값이 0V로 떨어지게 되어 있다. 또한 그림 5(b)의 경우는 일반 마그네틱 센서(AMS-10C)로서 응답속도가 빠르고 유리관에 봉입 되어 접촉신뢰성이 높다. 동작원리는 센서에 자석이 접근하게 되면, 자석에서 발생하는 자력선은 센서 리드를 자계 방향에 따라 자화시키고 리드에 N극과 S극을 유기시키게 된다.

이와 같은 2극 유기의 발생은 N극과 S극이 서로를 끌어당기게 하고, 이 힘이 리드의 기계적 탄성보다 크게 되면 센서내의 접점은 서로 붙게 된다. 접점이 자석에 의해 붙게 되면 이를 통하여 전기가 흐르게 되어 전기 신호를 전달하게 되는 것이다. 이 경우 자석이 센서 측정 가능 범위에 오게 되면 센서는 ON상태가 되고 멀어지면 리드의 기계적 탄성에 의해 리드가 원래 상태로 복귀하게 되므로 센서는 OFF 상태가 된다. 본 시스템에서 사용된 마그네틱 센서는 최소 3/4인치(약 1.9 ~ 2cm)에서 동작한다.



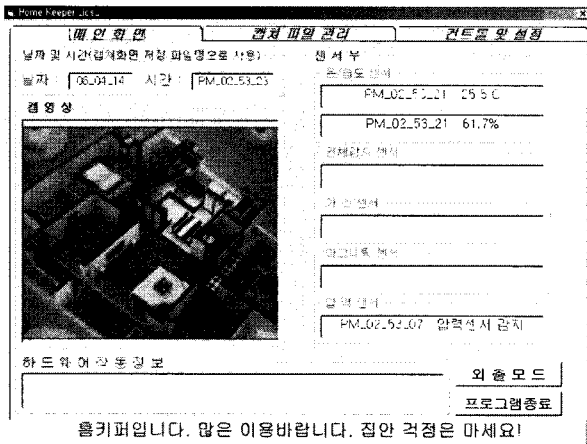
<그림 5> (a) 인체감지센서의 작동 신호  
(b) 마그네틱 센서의 작동 신호

## 4. Software 인터페이스 개발

### (1) 인터페이스 메인 화면

소프트웨어 부분은 하드웨어부에서 측정된 센서 값이나 하드웨어 작동 여부를 Serial 통신으로 수신해서 사용자가 편하게 한눈에 알아볼 수 있도록 만든 것이다. 소프트웨어는 크게 서버부분과 클라이언트 부분으로 나뉜다. 서버부분은 실제 하드웨어와 직접 통신을 해서 자료 및 정보를 처리하는 부분이고 클라이언트는 서버 이외의 PC 등에서 서버의 내용을 알고 싶을 때 서버로 접속해서 간단한 센서 값, 하드웨어 정보 및 하드웨어 작동을 할 수 있도록 하는 것이다. 서버는 ① 통신 설정 및 센서 제어 값 조정, 사용자 설정을 할 수 있는 설정부분, ② 사진 및 동영상 캡처·View 부분, ③ 현재 센서 값과 하드웨어 정보를 한눈에 볼 수 있는 Main부분으로 나눌 수 있다. 그림 6이 Main 부분을 보여 주고 있다.

Main 부분은 전체적인 하드웨어 부분의 동작 상태와 Cam이 현재 보여주는 부분을 볼 수 있다. 여기서는 현재 온·습도 값을 표시해주고 가스, 마그네틱, 인체감지, 압력센서가 감지되어 사용자에게 위험을 표시하는 등 한눈에 집안의 상황을 알 수 있는 것이 특징이다. 그리고 컴퓨터를 잘 다루지 못하는 사람들도 쉽게 다룰 수 있도록 제어를 대부분 버튼 제어식으로 만든 쉬운 그래픽 유저 인터페이스(GUI)를 제공한다.



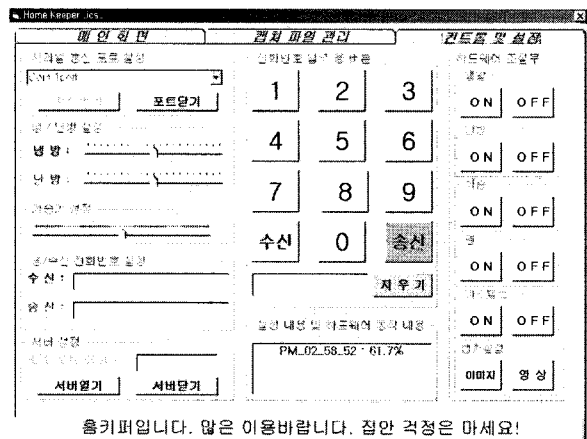
<그림 6> 인터페이스 메인 화면

(2) 윈도우 프로그램을 통한 H/W 제어

인터페이스 부분과 H/W부분이 서로 연결되어 동작하기 위해서는 하드웨어와 서버를 연결하는

Serial 포트 설정이 필요하다. 포트 설정은 최대 10번 포트까지 설정 할 수 있도록 해서 노트북 등을 서버로 사용할 때도 불편함 없이 선택의 폭을 넓혔다. 센서 제어 값 조정 부분은 온도 센서가 온도를 측정된 값을 수신해서 사용자가 원하는 온도 이상이거나 이하일 때는 자동으로 하드웨어부에서 냉·난방 기구를 작동시키도록 한다. 또한 습도 값 조정 부분이 있다. 이것은 사용자가 지정한 습도 값 이상 또는 이하로 습도가 측정되면 가습기 또는 건조기를 작동시켜 집안 공기가 항상 쾌적한 환경이 될 수 있도록 유지하게 해준다. 마지막으로 사용자가 직접 휴대폰 송·수신 번호를 지정할 수 있는데 이것은 가스누출 사고 발생 또는 화재 발생 등 집안에 긴급한 일이 발생했을 때 지정한 번호로 문자메시지를 보내는 기능이다. 이 기능은 사용자가 외출 시 항상 휴대하는 휴대폰으로 집안의 상황을 언제든지 알 수 있는 편리한 기능이다. 사용자의 편리에 따라 외출 시 인체감지 센서, 마그네틱 센서, 압력센서 등이 동작했을 때 문자메시지를 받을 수도 있고 집안의 현재 온/습도를 실시간으로 받아 볼 수도 있다.

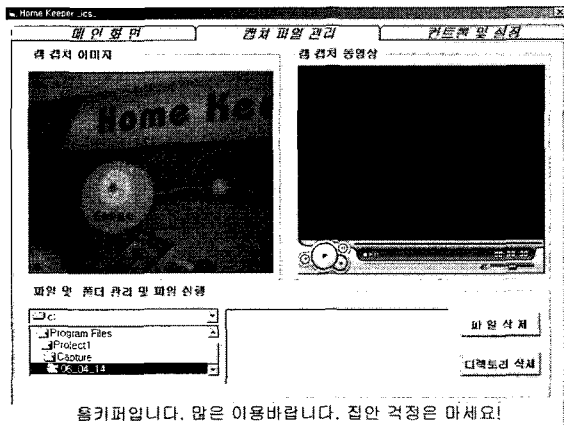
하드웨어 제어부분은 서버에서 하드웨어 부분을 제어해서 환기구나 형광등, 냉·난방 기구를 버튼 하나로 한자리에서 모두 제어할 수 있다. 이 기능은 다용도 TV Remote Controller로도 제어가 가능하다. 즉, TV를 보다가 Remote Controller를 하드웨어 제어모드로 설정해놓고 환기구나 형광등, 냉·난방 기구등을 제어할 수 있는 편리한 기능이다.



<그림 7> 시스템 제어 화면

다음으로 View 부분은 외출모드 후 하드웨어에서 인체감지 센서가 움직이는 물체를 감지하면 설치된 카메라로 사진 Capture 또는 동영상을 저장할 수 있는 기능이다. 이 기능은 인체감지 센서가 물체를 감지할 때 프로세서에서 인터럽트를 발생해서 소프트웨어 쪽으로 신호를 보내주면 그 신호를 받을 때 마다 화면 Capture 또는 동영상을 저장하는 방식이다.

저장된 사진이나 동영상은 View 부분에서 선택하여 바로 확인가능하다. 그리고 저장할 때는 저장 당시의 시간을 파일 이름으로 기록하여 신용성을 높여준다.



<그림 8> 정지 및 동영상 저장 화면

영상 이미지 저장을 획득하기 위해 우선 1차 획득 영상으로써 24비트 컬러 양식의 BMP 파일 이미지를 획득하고 2차 영상으로써 1차 영상과 같은 JPG 파일로 이미지를 압축 저장한다.

마지막으로 클라이언트 기능은 집주인이 외출시, 집 밖에서도 클라이언트를 통해 서버로 접속해서 현재 집안의 상황(온도 및 습도, 기타 방법 센서, 카메라를 통한 현재 영상)을 실시간으로 확인 가능하다. 클라이언트 기능으로 접속해서 외출시 잊어버리기 쉬운 가스밸브나 전조등 점검을 한다면 흔히 빈집에서 발생하기 쉬운 가스 폭발 사고, 가스 누전 사고 등 재난을 미연에 방지할 수 있을 것이다. 이 클라이언트는 집주인만의 고유한 ID와 PASSWORD를 부여해서 집주인의 타인이 함부로 쓰지 못하도록 방지해서 보안 및 개인정보 유출에도 위험이 없도록 설계되어 있다.

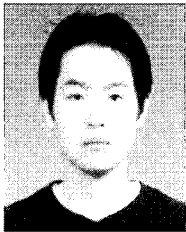
## 5. 결 론

현재 홈오토메이션의 관심도가 높아짐에 따라 최근 건설되는 고급형 아파트에는 대부분 첨단 홈오토메이션 시스템을 채택하여 설치하고 있다. 현재 시중에 판매되고 있는 홈오토메이션 및 네트워크 시스템은 각 상품 나름대로 특징을 소유하고 있으며 기능면에서도 매우 우수하다. 그렇지만 가격적인 면에서 매우 높은 편이어서 일반 주택이나 아파트에서 설치하게 되는 경우 분양가의 증가로 인해 소비자의 부담이 매우 크다. 따라서 본 시스템에서는 기존의 주택 및 아파트에 설치되어 있는 홈 인터넷 및 서버를 사용하여 본 논문에서 개발된 소형 서버 및 프로그램만 설치한다면 기능면으로 손색이 없는 홈오토메이션 및 네트워크 시스템을 구축할 수 있다. 또한 본 개발품의 특징은 별도의 미니센서시스템을 구축하고 있기에 새로운 설치 공정 없이 가정의 서버(컴퓨터)와 그대로 연결하여 간편하게 설치 및 사용할 수 있도록 되어 있다. 따라서 본 과제에서 개발된 홈오토메이션/네트워크 시스템은 고기능, 저가형 시스템으로 구축되어 경제적인 측면에서 뿐 아니라 경제성대비 기능성에도 손색이 없다.

## 참 고 문 헌

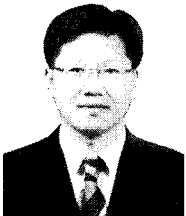
- [1] John Catsoulis, "Designing Embedded Hardware", O'Reilly, 2002.
- [2] H. Schulzrinne, X. Wu, and S. Sidiroglou, "Ubiquitous computing in home networks", IEEE Commun. Mag., Vol. 41, no. 11, pp. 128 - 135, Nov. 2003.
- [3] Anand Ranganathan and Roy H. Campbell, "A Middleware for Context-Aware Agents in Ubiquitous Computing Environments," In ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference, Rio de Janeiro, Brazil, June 2003.
- [4] Peter M. Corcoran, Ferenc Papai and Arpad Zoldi, "User Interface Technologies For Home Appliances and Networks", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.

- 44, No. 3, pp. 679 - 685, Aug. 1998.
- [5] D. Estrin, R. Govindan, and J. Heidemann, "Embedding The Internet", Communications of the ACM, Vol. 43, No. 5, pp. 39- 41, May 2000.
- [6] T. Nakajima, I. Satoh, H. Aizu, "A Virtual Overlay Network for Integrating Home Appliances", IEEE SAINT'02, pp. 246 - 253, 2002
- [7] Renato Nunes, Jose Delgado, "An architecture for a home automation system", IEEE ICECS'98, Vol. 1, pp. 259 - 262, 1998.



김 인 경 (In-Kyeong Kin)

- 비회원
- 2001년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 전자공학부 학사과정
- 관심분야 : 멀티미디어 H/W 및 S/W 개발



류 정 탁 (Jeong-Tak Ryu)

- 정회원
- 1992년 2월 영남대학교 전자공학과 (공학사)
- 1996년 오사카대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1999년 오사카대학교 전자공학과 (공학박사)
- 2000년 ~ 현재 대구대학교 전자공학부 부교수
- 관심분야 : 나노 및 센서 공학