

## TCP/IP프로세서를 이용한 다중 사용자 인터페이스 지원 인터넷 전원 콘센트의 설계 및 구현

백 정 현\*

### The Design and Implementation of Internet Outlet with Multiple User Interface Using TCP/IP Processor

Jeong-Hyun Baek \*

#### 요 약

최근 인터넷에 접근할 수 있는 기반시설이 풍부하게 제공 되면서 전기전자 제품들을 인터넷에 연결하여 원격으로 감시하고 제어하려는 욕구가 증대 되고 있다. 그러나 기존의 제품들은 대부분 네트워크 인터페이스 미비로 인터넷 접속이 불가능하여 불편함이 많았다.

따라서 본 논문에서는 하드웨어 TCP/IP 프로세서를 사용하여 인터넷을 통하여 전원을 원격으로 제어할 수 있는 실시간 스케줄링 가능한 인터넷 전원콘센트를 설계하고 구현하였다. 구현된 제품은 하드웨어 TCP/IP 프로세서와 8비트의 소형 마이크로프로세서를 사용하여 구현이 가능하기 때문에 제작비용이 저렴하다.

또한, 환경설정 기능을 갖는 전용 제어프로그램과 웹페이지를 외부 플래시 메모리에 저장 가능한 임베디드 웹 서버, 안드로이드 스마트폰 애플리케이션, OpenCV 컴퓨터비전 라이브러리를 이용한 모션인식 제어환경 등 다양한 사용자 인터페이스를 구현하여 유무선 인터넷 환경에서 폭넓게 활용할 수 있다.

▶ Keywords : 인터넷 전원 콘센트, 임베디드 네트워크, TCP/IP 프로세서, 임베디드 웹, 사용자 인터페이스

#### Abstract

Recently, the infrastructure to be connected to the internet is much provided, there is more and more need to connect electric or electronic products to the internet to monitor or control them remotely. However, most of the existing products lack the network interface, so it was very inconvenient to be connected to the internet.

• 제1저자 : 백정현

• 투고일 : 2012. 08. 07, 심사일 : 2012. 08. 27, 게재확정일 : 2012. 09. 18.

\* 우송정보대학 컴퓨터정보과(Dept. of Computer Information, Woosong Information College)

Therefore, this article designs and realizes the internet outlet allowing real-time scheduling that can control the power remotely on the internet by using the hardware TCP/IP processor. The realized product consumes low production cost because it can be realized by using the hardware TCP/IP processor and the 8-bit small microprocessor.

In addition, the product can be used widely in both wired and wireless environments with a variety of user interface, including the dedicated control program which provides the environment configuration functions; embedded web service that enables the webpage to be saved on the external flash memory; Android smartphone application; motion recognition control environment that uses the OpenCV computer vision library, etc.

▶ Keywords : Internet Outlet, Embedded Network, TCP/IP Processor, Embedded WEB, User Interface

## I. 서 론

우리 주변에 인터넷에 접근할 수 있는 기반시설이 풍부하게 제공 되어 최근 출시되는 많은 가전제품과 전기전자 제품들은 인터넷에 접속하여 웹브라우저나 휴대폰을 이용하여 원격으로 감시하고 제어할 수 있다. 그러나 기존의 제품들은 대부분 인터넷 인터페이스가 없기 때문에 네트워크에 접속할 수 없어 불편함이 많았다. 따라서 본문에서는 주변의 가전제품 및 전기용품들을 인터넷에 접속하여 다양한 사용자 인터페이스를 통하여 감시하고 제어할 수 있는 인터넷 전원 콘센트를 설계하고 구현하였다.

인터넷을 통하여 가전제품을 제어할 수 있는 기능은 요즘 보편화되고 있는 홈오토메이션 시스템을 이용할 수 있다. 그러나 홈오토메이션 시스템은 시스템의 규모가 방대하고, 가격이 고가이며, 인터넷 인터페이스를 가지고 있는 제품들을 주로 연결할 수 있으므로 신규 아파트를 중심으로 보급되고 있다.

본 논문에서 개발한 인터넷 전원 콘센트는 이러한 문제점들을 극복할 수 있도록 AVR 마이크로프로세서와 메모리 확장 인터페이스를 가지고 있어서 소규모 단일칩 MCU로 구동 가능한 위즈넷사의 W5300 하드웨어 TCP/IP 프로세서를 이용하여 설계함으로써 비용이 저렴하고 소형화할 수 있도록 구현하였다.

또한, 만년달력 기능을 갖는 실시간 클럭 소자인 DS1307을 내장하여 4개의 전원 콘센트를 날짜와 요일 및 시간을 이용하여 스케줄링 할 수 있도록 하였다. 이러한 기능을 이용하면 전등과 냉난방 기기들을 최적의 상태로 동작시켜 절전효과를 극대화하고 대기전력을 줄일 수도 있다.

특히, 다양한 사용자 인터페이스를 구현하여 네트워크 환경 설정과 스케줄링 기능을 겸한 전용 제어프로그램, 인터넷 웹브라우저, 안드로이드 스마트폰, 그리고 카메라를 이용한 모션 인식 제어프로그램 등을 이용하여 폭넓게 활용할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 관련 연구로서 이미 개발되었거나 제안된 인터넷 전원 콘센트들을 살펴본다. 3장에서는 본 논문에서 구현한 다중 사용자 인터페이스를 지원하는 인터넷 전원콘센트의 구성과 하드웨어의 설계 및 구현에 대하여 설명하고, 4장에서는 인터넷 전원콘센트의 소프트웨어의 기능과 구현기법을 다룬다. 5장에서는 시험 및 성능 평가로서 선행연구 제품과 본 논문에서 구현한 제품의 기능을 비교 평가하며, 개선할 사항과 추후 연구과제에 대하여 논하고, 6장에서는 본 연구의 결론을 기술한다.

## II. 관련연구

### 2.1 인터넷 전원 콘센트 제어기

이장에서는 마이크로프로세서를 내장하거나 컴퓨터로 제어하여 대기전력을 절감하는 전원콘센트와 인터넷에 접속하여 제어하는 인터넷 전원콘센트와 관련된 연구들에 대하여 다룬다.

인터넷에 접속 가능한 전원콘센트 연구로서 참고문헌[1]에서는 원격동작을 갖는 인터넷 전원 멀티탭을 제안하였다. 원격동작을 갖는 인터넷 전원 멀티탭은 임베디드 운영체제와 웹서버를 내장하여 웹페이지를 통하여 전원 멀티탭의 감시와 제어가 가능하고, 웹상에서 멀티탭의 작동을 스케줄링할 수 있다.

또한, 참고문헌[2]에서는 감시기능을 갖는 인터넷 제어형 전원 멀티탭을 제안하였고, 참고문헌[3]은 원격제어 가능한

절전형 전원콘센트를 제안하였다. 이 제안에서 감시기능을 갖는 인터넷 제어형 전원 멀티탭의 특징은 웹 카메라를 부착하여 전원 멀티탭에 연결된 전기전자 기기들의 동작 상태를 모니터링 할 수 있고, 절전형 콘센트는 대기전력을 절감할 수 있다.

따라서, 위에서 살펴본 인터넷 전원 멀티탭들은 제어기의 구현시 운영체제를 탑재하기 위한 고성능의 마이크로프로세서와 대용량의 메모리가 요구되었다.

그림 1에서 보여준 참고문헌[4]의 연구에서는 SPI 인터페이스를 갖는 인터넷 제어기와 8비트 마이크로프로세서를 이용한 지능형 인터넷 전원콘센트를 소프트웨어 TCP/IP 프로토콜스택으로 구현하였으나 펌웨어 프로그램용량의 제한과 처리속도의 한계로 기능 확장에 제약이 있었다.

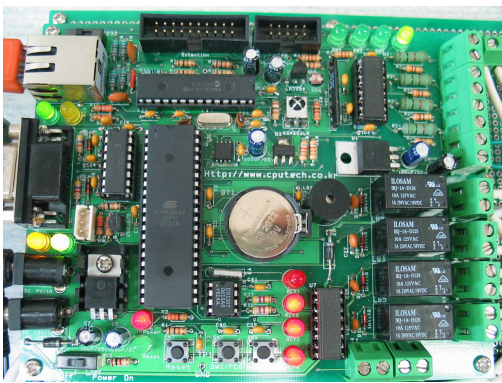


그림 1 소프트웨어 TCP/IP 프로토콜 스택으로 구현된 인터넷 전원 콘센트 보드  
Fig. 1. Internet Outlet Board using Software TCP/IP protocol Stack

## 2.2 임베디드 인터넷 제어기 구현 기법

기존의 임베디드 시스템에 인터넷 통신 기능을 추가한 임베디드 네트워크 제어기의 구현 방법은 크게 4가지로 나누어 볼 수 있다[4]. 첫째는 자체적으로 8비트 혹은 32비트 마이크로프로세서를 사용하여 TCP/IP 프로토콜스택을 구현하는 것이다[5]. 두 번째는 uC/OS-II와 같은 상용 소프트웨어 TCP/IP 스택이 포함된 RTOS를 구입하여 사용하는 방법이다[6]. 세 번째 방법은 RTOS 솔루션이 내장된 상용 MCU 솔루션을 사용하는 것이다. 마지막으로 네 번째 방법은 하드웨어 TCP/IP 솔루션을 이용하는 방법이 있다[7].

첫 번째와 두 번째 방법은 소프트웨어적으로 TCP/IP 프로토콜 스택을 구현함으로써 CPU의 부하에 의존적이며, 응용소프트웨어와 네트워크 프로그램을 동시에 개발해야하는 부담이 있다. 그러나 Ethernet, uIP, lwIP와 같은 다양한 오픈소스

를 이용할 수 있으므로 시스템 개발의 융통성이 뛰어나며, 간단한 웹서버의 구현과 같은 응용에 효과적으로 활용할 수 있다.

세 번째 구현 방법은 Rabbit Semiconductor의 Uvicom과 같이 MCU 솔루션에 TeradX와 Micro-C/OS 등의 RTOS를 칩과 함께 패키지형태로 공급되는 것이다. 이러한 경우 지속적으로 해당 MCU를 사용한다면 효과적이지만 개발환경의 교체가 어렵고 특정 MCU에 대한 의존성이 높아진다[5].

마지막으로 네 번째 방법인 Wiznet의 W5100이나 W5300과 같은 하드웨어 TCP/IP 칩을 사용하는 경우 TCP/IP의 처리가 CPU의 부하에 의존하지 않으므로 8비트 MCU로 구현한 시스템에서도 매우 효율적으로 동작한다[7]. 그러나 특정 하드웨어 칩에 의존함으로써 시스템의 업그레이드나 확장에 제약이 따른다.

따라서, 임베디드 네트워크 제어기의 구현은 응용프로그램의 복잡성과 CPU의 부하를 고려하여 하드웨어 및 소프트웨어 개발환경을 선정해야 하며, 최근에는 Cortex-M3와 같은 32비트 ARM코어에 인터넷 인터페이스를 내장한 단일 칩 마이크로프로세서가 공급되고 있음을 주목해 볼만 하다[4].

## 2.3 관련연구 분석 및 비교

이 장에서는 본 연구를 수행하면서 참조한 인터넷 전원콘센트 개발 관련연구 결과들의 주요 특징을 본 논문에서 연구한 결과와 비교 하였다. 비교대상은 참고문헌에서 인용된 순서대로 연구[1]에서 연구[4]까지 제시 하였으며 맨 우측에는 본 논문의 연구결과를 기술하여 기존 연구들과의 차이점을 파악할 수 있도록 하였다.

표 1. 관련연구 분석 및 비교  
Table 1. Analysis & Comparison of Related Study

비교항목	연구[1]	연구[2]	연구[3]	연구[4]	본 논문
임베디드웹서버	지원함	지원함	지원함	지원함	지원함
PC제어소프트웨어	지원함	지원함	지원함	지원함	지원함
스마트폰응용 SW	지원안함	지원안함	지원안함	지원안함	안드로이드 폰지원
카메라영상처리	지원안함	콘센트동작 감시용	지원안함	지원안함	모션인식제어 기능
실시간 스케줄링	지원함	지원안함	지원함	지원함	지원함
대기 전력제어 기능	지원안함	지원안함	지원함	지원안함	지원안함
관리서버	지원안함	지원안함	지원함	지원안함	지원안함
콘센트수	4	4	4/5	4	4
발표년도	2003	2006	2011	2010	2012

또한, 표 2는 인터넷 전원콘센트의 구현에 관한 선행 연구 결과[4]와 본 논문의 연구결과를 하드웨어와 소프트웨어 및 기능면에서 상세히 비교하여 차별화된 내용들을 보여준다.

표 2. 선행 연구결과와의 비교  
Table 2. Comparison of Previous Study

평가항목	관련연구[4]	본 논문 연구결과
MCU 규격	Atmega32/16MHz Flash 32KB/SRAM 2KB	Atmega128/16MHz Flash 128K/SRAM 4KB
메모리 구성	시리얼플래시 512KB	외부 SRAM 32KB 시리얼플래시 512KB
입출력 구성	DC 12V 입력 4개 Realy 출력 4개, 부저1개 CDS, LM35, LM603 각1	Realy 출력 4개 부저 1개
네트워크 제어기	ENC28J60 SPI/10MBPS	W5300 BUS/100MBPS
TCP/IP 스택	소프트웨어 스택 구현으로 프로그래밍과 CPU 부하 증가로 성능저하	하드웨어 스택사용으로 프로그래밍과 CPU 부하 감소로 성능향상
펌웨어 구성	Enc28J60 드라이버, TCP/IP 스택, 응용 프로토콜 구현으로 복잡	W5300 TCP/IP 스택과 소켓 API 사용으로 응용 프로토콜 구현이 용이함
임베디드 웹서버 구성	펌웨어로 웹페이지 생성을 코딩함으로써 웹페이지 변경 시 펌웨어를 수정해야함	웹페이지를 외장플래시에 저장, 웹페이지 변경이 쉽고 펌웨어와 독립적임
윈도우즈 기반 제어프로그램	UDP 프로토콜로 구현 하여 실시간/보안 처리의 어려움과 신뢰성 부족함	TCP 프로토콜로 구현하여 실시간 처리가 쉽고 telnet 사용 등 범용성과 신뢰성이 향상됨
안드로이드 애플리케이션	해당사항 없음	안드로이드 스마트폰을 사용하여 원격제어 가능
모션인식 제어환경	해당사항 없음	웹캠을 이용한 사용자 모션인식 제어 가능

### III. 설계 및 구현

#### 3.1 시스템 구성

본 장에서는 지능형 인터넷 전원콘센트의 전체적인 구조와 하드웨어설계 및 구현을 중심으로 기술하며, 시스템의 구성도는 그림2와 같다.

그림 2에서와 같이 본 논문에서 구현한 인터넷 전원콘센트는 8비트 RISC프로세서인 AVR과 외부확장 SRAM으로 구성된 CPU부와 이더넷 및 USB 통신을 위한 통신처리부, 그리고 12V 전원제어 릴레이로 이루어진 출력부로 크게 나누어 볼 수 있다.

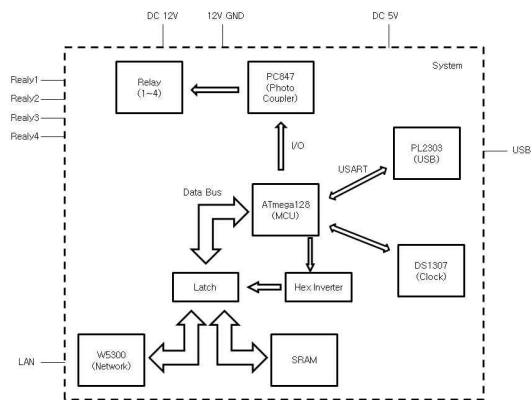


그림 2. 하드웨어 시스템 구성도  
Fig 2. HW System Architecture

인터넷 전원 콘센트의 TCP/IP 프로세서는 위즈넷사의 W5300을 사용하였다. W5300은 100핀의 LQFP 패키지로 출시되며, MAC과 100BASE-T PHY를 포함한다. MCU와 BUS를 사용하여 메모리맵 I/O를 통하여 통신함으로써 SPI 방식의 통신방식에 비하여 처리 속도가 빠르다[7].

주요 특징으로 내부에 128KB 용량의 SRAM을 내장하여 송수신 패킷을 저장하는 버퍼로 활용함으로써 내부메모리가 적은 MCU로 제어할 수 있다.

또한, 하드웨어 TCP/IP 프로세서로서 TCP, UDP, ICMP, IPv4, ARP, IGMPv2, PPPoE 및 Ethernet 프로토콜을 하드웨어 적으로 처리할 수 있으므로 소프트웨어로 TCP/IP 프로토콜 스택을 구현할 때 보다 처리 속도의 증가하고 응용 소프트웨어의 개발이 단순해지며 용량이 줄어드는 장점이 있다[9].

#### 3.2 소프트웨어 구성

인터넷 전원콘센트 제어기보드를 구동하는 펌웨어 프로그램은 위즈넷사에서 제공하는 W5300 하드웨어 TCP/IP 프로세서의 드라이버 프로그램을 기반으로 설계하였다. 펌웨어 프로그램에는 W5300을 초기화하여 내장된 TCP/IP, DHCP, UDP, HTTP 등을 이용할 수 있도록 다양한 프로토콜을 지원하는 API를 포함하고 있다. 따라서 인터넷 전원콘센트의 하드웨어 구동과 출력제어를 위한 통신 프로토콜 처리기를 구현하여 추가하였다.

표 3. 소프트웨어 구현 내용  
Table 3. Content of Software Construction

프로그램 명	주요기능	개발환경
펌웨어(Atmega128)소프트웨어	Atmega128, W5300 및 제어보드 주변소자 초기화, 응용프로토콜 API 및 라이브러리, 인터넷 콘센트 제어 명령어 처리 등	AVR 스튜디오에서 WinAVR 컴파일러 사용 개발, AVR ISP를 이용하여 Atmega128 MCU에 적재함
임베디드 웹 페이지	웹페이지를 이용한 환경설정과 인터넷 콘센트 릴레이 제어용 GUI 제공	HTML로 웹페이지 작성 후 ROM 파일 시스템 형태로 변환하여 시리얼 플래시에 적재
윈도우즈 기반실시간 제어소프트웨어	PC를 이용한 전원콘센트의 스케줄링, 감시 제어 및 네트워크 환경설정 기능 제공	마이크로소프트웨어의 비주얼스튜디오에서 비주얼베이직을 사용하여 작성
안드로이드 애플리케이션	안드로이드 스마트폰을 이용한 스케줄링 및 실시간 감시제어	Java와 Eclipse를 이용한 안드로이드 응용프로그래밍 개발환경 구축
윈도우즈 기반 모션인식 제어환경	PC에 인터넷 콘센트제어용 UI 이미지를 표시하고 사용자의 모습을 카메라로 입력받아 동작 움직임을 인식하여 제어함	OpenCV 컴퓨터비전 라이브러리와 비주얼스튜디오에서 C# 언어를 이용하여 모션인식제어 환경 구현

또한 응용계층의 소프트웨어들로서 임베디드 웹페이지를 작성하여 시리얼 플래시메모리에 탑재하고, OpenCV 컴퓨터 비전 라이브러리와 C#을 이용하여 윈도우즈 기반 모션인식 제어환경을 구현하였으며, 네트워크 환경설정과 릴레이 출력의 스케줄링 설정기능을 갖는 제어프로그램은 비주얼베이직으로 구현하였다. 그 외의 주요 구현내용은 표 3과 같다.

### 3.3 펌웨어의 구현

인터넷 전원콘센트는 Atmega128 AVR 프로세서를 탑재하고 W5300 TCP/IP 네트워크 프로세서를 장착하여 설계하였다[7]. MCU의 플래시메모리에 적재되는 펌웨어 소프트웨어는 W5300 제작사인 위즈넷사에서 제공하는 기본 드라이버 소프트웨어를 기반으로 인터넷 전원 콘센트의 기능을 수행할 수 있도록 확장하였다. 펌웨어의 주요 소프트웨어 모듈은 표 4와 같다.

펌웨어의 시작점인 main 함수가 포함된 main 모듈에서는 W5300을 초기화 하고 네트워크 구성도구를 통하여 취득한 보드의 네트워크 주소를 설정하며, 소켓프로세스와 인터넷 콘센트를 제어하기 위한 스케줄링 프로세스를 실행 시킨다.

인터넷 전원콘센트 펌웨어는 웹서비스와 출력제어를 위하여 기본적으로 TCP 서버모드로 동작한다. 즉, 웹페이지의 업로드와 웹브라우저나 전원콘센트 제어프로그램의 접속을 통하여 전송된 명령어를 실행하여 결과를 돌려준다.

표 4 펌웨어 구현 내용  
Table 4. Content of Firmware Construction

분류	파일명	기능
MCU 관련모듈	main.c	MCU 및 네트워크 초기화
	task_config.c	소켓 태스크 관리
	dhcp_task.c	dhcp 클라이언트 관리
	timer.c	타이머 인터럽트 처리
네트워크 관련모듈	serial.c	UART 제어관련 함수
	w5300.c	W5300 I/O드라이버 함수
	httpd.c	HTTP 프로토콜 처리
라이브러리 모듈	dhcp.c	DHCP 클라이언트 프로토콜 처리
	socket.c	W5300용 소켓 API 함수
인터넷 전원콘센트 관련 제어모듈	schedule.c	인터넷 전원콘센트 스케줄링 관리
	protocol.c	인터넷 전원콘센트 제어 프로토콜 처리
	evb.c	보드 주변 장치 구동관리
	ds1307.c	실시간 클럭 구동관리
라이브러리 모듈	socketutil.c	소켓 관련 유틸리티 함수
	romfile.c	ROM 파일시스템 처리함수
	dataflash.c	Serial 플래시 관리 함수

펌웨어의 중요한 기능은 인터넷 전원콘센트의 동작 프로토콜을 처리하는 것이다. 본 논문에서 정의한 응용 프로토콜은 보드의 IP 검색과 설정을 위하여 UDP 프로토콜과 48713번 포트를 사용하며, 출력제어와 스케줄링은 TCP 프로토콜과 250번 포트를 사용하여 구현하였다. 설계된 프로토콜은 전원 콘센트 릴레이제어, 스케줄링 시간등록과 삭제, 부저제어, IP 검색과 설정 프로토콜로 구성된다.

### 3.4 임베디드 웹 서버 구축

인터넷 전원콘센트의 웹서버는 웹 페이지를 AT45DB041B 시리얼플래시 메모리에 Rom 파일시스템 형태로 저장하며, 최대 512KB 용량의 웹페이지를 저장하고 처리한다.

Rom 파일은 ROM이나 플래시 메모리에 저장되는 파일을 일컫는 것으로 하나의 ROM 파일은 파일이름, 파일크기, 파일내용으로 구성된다. 각 파일들의 내용들은 바이너리 코드로

변환되어 ROM이나 플래시 메모리에 적재된다[10].

또한, ROM 파일시스템은 여러개의 ROM 파일들을 쉽게 관리하기 위하여 File Node Structure인 ROMFILE로 정의하고 ROMFILE들을 ROM에 적재되는 순서에 따라 참조할 수 있는 Linked List 구조인 romfs\_list로 관리한다.

그림 3은 인터넷 전원콘센트 보드의 웹 서버 프로세스에 접속하여 네트워크 환경을 설정하고 릴레이를 제어하는 임베디드 WEB 제어환경의 실행 내용을 나타낸다.

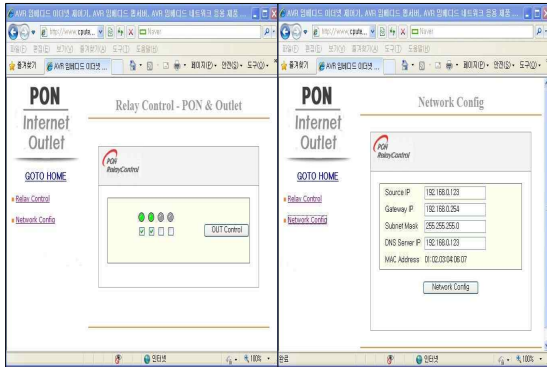


그림 3. 인터넷 전원콘센트의 웹페이지  
Fig. 3. Web Page of Internet Outlet

### 3.5 윈도우즈 기반의 실시간 제어환경 구현

본 연구에서는 PC 환경에서 인터넷 전원콘센트의 네트워크 환경설정과 실시간 감시제어 및 동작 스케줄링을 위한 윈도우즈 운영체제기반의 응용소프트웨어를 비주얼베이직을 이용하여 구현하였다.

그림 4는 윈도우즈에서 운영 가능한 인터넷 전원콘센트 제어프로그램의 네트워크 설정 과정을 보여준다. 네트워크정보를 설정하려면 먼저 네트워크에 연결된 보드를 검색하여야 하며, 표3에서 나타난 FIND 명령을 브로드캐스팅 함으로서 이루어진다. 그림4에서 2개의 보드가 검색되었음을 볼수 있다.

보드가 검색되면 설정하려는 보드를 선택하여 IP주소, 게이트웨이주소, 서브넷 마스크를 설정하고 설정한 IP주소를 입력하여 접속할 수 있다.

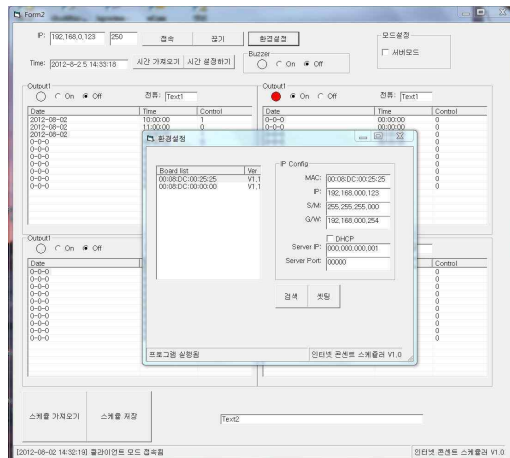


그림 4. 인터넷 전원콘센트의 네트워크 설정  
Fig. 4. Network Configuration of Internet Outlet

검색된 보드에 접속되면 보드에 내장된 DS1307 실시간 클럭을 호스트 컴퓨터의 시간과 동일하게 설정할 수 있으며, 이절차는 제어프로그램의 보드의 시간 가져오기와 시간설정하기 메뉴를 이용하여 수행된다.

보드의 시간을 컴퓨터와 동기화 시킨 후 4개의 전원제어 릴레이를 실시간으로 ON/OFF 하거나 동작 시간을 스케줄링 할 수 있다. 그림 5는 인터넷 전원콘센트의 스케줄링 과정을 보여주며, 4개의 전원릴레이에 대하여 각각 10개의 스케줄링을 독립적으로 등록할 수 있다.

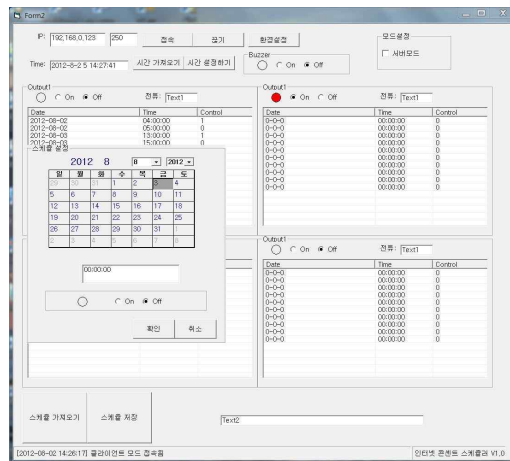


그림 5. 인터넷 전원콘센트의 스케줄링 제어  
Fig. 5. Scheduling Control of Internet Outlet

### 3.6 안드로이드 애플리케이션 구현

본 논문에서 구현한 스마트폰을 위한 안드로이드 애플리케이션은 IP주소와 포트번호로 접속 인증을 통과하면 실시간 제어를 위한 상태감시와 출력제어 화면이 나타난다. 또한, 화면 하단의 메뉴를 선택하여 각 전원콘센트의 동작을 스케줄링 할 수 있는 예약 설정과 각 콘센트의 예약내용을 확인하고 보드의 DS1307 리얼타임 클럭의 시간을 설정할 수 있는 메뉴가 안드로이드의 인텐트 기능을 이용하여 구현되었다.

그림 6은 안드로이드 애플리케이션에서 인터넷 전원콘센트의 동작 스케줄링을 설정하고 설정된 스케줄링을 확인하는 과정을 보여준다. 스케줄링 설정은 안드로이드 애플리케이션의 캘린더 위젯을 이용하여 구현하였으며 스케줄링 과정에도 보드의 출력용 전원릴레이 상태의 모니터링은 가능하도록 배려하였다.



그림 6. 스마트폰 애플리케이션의 구조  
Fig. 6. Architecture of Smart Phone Application

### 3.7 모션인식 제어환경 구현

본 논문에서는 사용자의 움직임을 인식하여 인터넷 전원콘센트를 제어할 수 있도록 윈도우즈 환경에서 OpenCV 컴퓨터비전 라이브러리를 이용한 제어환경을 구축하여 다양한 용도로 응용할 수 있도록 하였다.

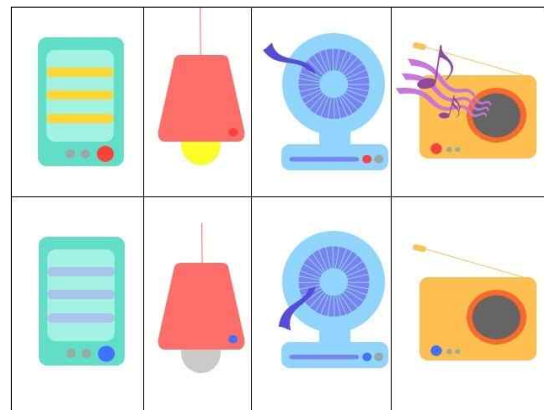


그림 7. 모션제어를 위한 사용자 인터페이스  
Fig. 7. User Interface of Motion Control

OpenCV 컴퓨터비전 라이브러리는 영상처리를 위한 저수준의 함수뿐 만아니라 컴퓨터비전 같은 고수준의 영상처리 함수들도 표준 DLL 또는 Static 라이브러리 형태로 제공된다 [11]. 그러나 전원콘센트의 제어는 제어 대상에 따라서 화재나 사고와 같은 위험을 동반할 수 있기 때문에 처리결과와 모호성이 존재하는 영상처리 기법을 통한 제어는 신뢰성 확보가 중요하다.

본 연구에서는 영상처리를 통한 제어의 신뢰성을 높이기 위하여 사용자의지가 확고할 때만 전원을 제어할 수 있도록 고려하였다. 즉, 그림 7과 같이 전원제어를 위한 사용자 인터페이스가 표시된 컴퓨터화면을 상하로 8등분하여 동작 아이콘을 배치하여 기준영상으로 한다. 그림에서 상단의 4개의 아이콘은 인터넷 콘센트에 연결된 기기를 동작 시키고, 하단의 아이콘들은 동작을 멈추는 메뉴 역할을 한다.

모션인식 사용자인터페이스의 처리과정은 그림 8과 같이 카메라로 입력받은 영상을 그림 7의 기준영상 이미지와 중복하여 표시한다. 그리고 사용자는 손으로 원하는 아이콘을 터치하여 해당 영역의 영상에 변화를 주어 기기가 동작할 때까지 반복하면 된다.

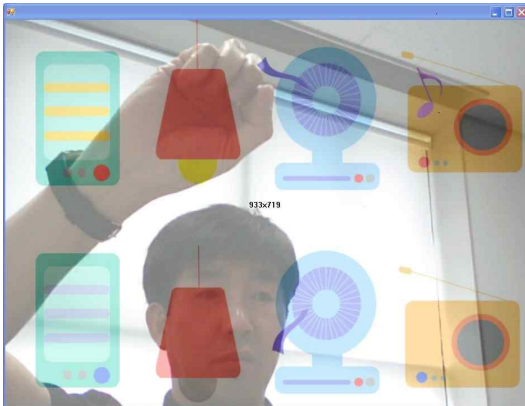


그림 8. 모션제어 환경 구조  
Fig. 8. Architecture of Motion Control Environment.

내부적으로는 OpenCV 라이브러리 함수를 이용하여 기준 영상인 사용자 인터페이스 이미지와 카메라 영상을 입력받아 배열에 저장한 후 아이콘배치에 따라 나누어진 영역별로 카메라 입력 영상과 차 영상을 구하여 잡음을 제거하고 변화 비율을 계산하여 동작 여부를 판단한다[12][13]. 여기서 판단에 영향을 주는 중요한 두 가지 요인은 영역별 값의 변화 비율과 변화 지속시간의 설정이다.

즉, 영역별 변화비율은 사용자의 신체부위 및 착용 의상의 색상 등과 같은 환경변화에 따른 변동 비율을 최대한 제거할 수 있도록 설정할 수 있고, 변화 지속시간은 사용자의 움직임의 속도에 대한 민감도를 조절할 수 있으므로 이 두 값은 예기치 않은 상황에서 전원콘센트가 동작하는 오동작을 막고 사용자가 반복적으로 확실하게 작동의사를 표시할 때만 기기가 동작하도록 설정할 수 있다.

## IV. 제작 및 실험

### 4.1 시제품 제작 및 실험

인터넷 전원 콘센트는 OrCAD를 이용하여 회로를 설계하고 2 Layer의 에폭시 PCB 기판을 제작하여 조립 하였으며, 전원공급을 위하여 DC 5V/2A와 DC 12V/0.5A출력을 갖는 2채널 SMPS 정전압 전원 공급기를 사용하였다.

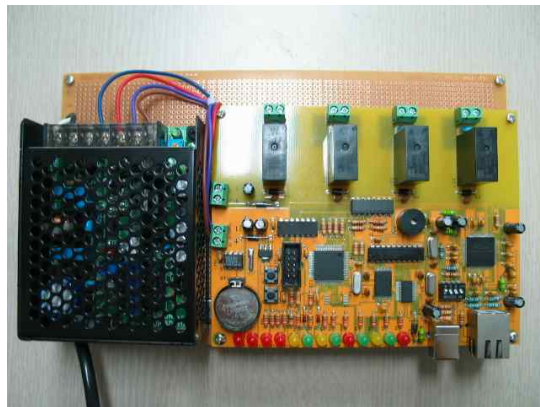


그림 9. 인터넷 전원콘센트 제어기의 구조  
Fig. 9. Architecture of Internet Outlet Controller

완성된 보드는 그림 9와 같으며, 그림10과 같이 4개의 콘센트에 220V 전원을 접속한 전열기, 선풍기, 라디오, 백열 전구를 부하로 연결하여 네트워크 연결의 안정성과 사용자 인터페이스의 기능 시험 중심으로 현장 테스트를 수행하였다.



그림 10. 인터넷 전원콘센트의 현장 시험  
Fig. 10. Field test of Internet Outlet

## 4.2 실험 결과 분석 및 평가

인터넷 전원콘센트는 일반 가전제품과 달리 220V의 고압 전원을 제어하고 10A이상의 많은 전류가 PCB 기판에 흐르 기 때문에 오동작이 발생하면 콘센트에 접속된 제품들의 손상 과 화재와 같은 재난의 원인이 된다. 따라서 본 논문에서 제 안한 인터넷 전원콘센트는 이러한 점을 고려하여 설계에서 제 작 까지 수차례의 회로 수정과 검증을 통하여 PCB를 제작하 였고, 운영 소프트웨어 개발과 디버깅 까지 1년 정도 기간이 소요되었다. 또한, 제품의 무결성과 안전성 검증을 위하여 1 년 정도의 현장 동작 시험을 거쳤다.

많은 시간의 개발기간과 현장 실험을 거쳐 하드웨어 및 소 프트웨어의 많은 오류를 발견하여 수정하였으며 실용화 하기 위한 기본적인 조건들은 대부분 충족하였다.

실험 및 평가를 통하여 본 연구에서 개발한 제품의 장단 점과 개선방안을 소프트웨어 중심으로 정리하면 표5와 같다.

표 5. 실험결과 및 개선안  
Table 5. experimentation result and improvement data

평가항목	평가결과 및 개선책
펌웨어	장시간 현장 시험 결과 펌웨어의 안정성과 성능에서 우수한 것으로 평가되었으나 프로세서 제작사 제공코드의 수정 및 확장으로 구현하여 신뢰성 보장과 관리의 어려움
임베디드 웹 제어환경 구축	펌웨어와 웹페이지의 분리와 외장플래시의 탑재로 웹페이지 제작의 효율성이 증가되었으나 전용작재 도구사용이 요구됨. 따라서 SD메모리 인터페이스 장착과 운용이 필요함
윈도우즈 기반 실시간 제어프로그램	TCP 프로토콜로 구현하여 실시간 처리의 장점과 스케줄링 제어기능의 편리성이 있으나 제어 대상의 이름과 이미지 등록, 인증 등 사용자 편리기능이 개선이 요구됨
안드로이드 애플리케이션	마이크로 웹이나 하이브리드 웹에 비하여 실시간 제어와 검색의 장점이 있으나 다양한 기종의 스마트폰 지원이 어렵고 아이폰과 아이패드 계열의 지원이 불가능함
모션인식 제어환경	모션인식제어 기능으로 단순 가전제품 제어에서 웹캠을 이용한 게임, 전시장 조명제어 등 다양한 응용의 창출이 가능하나 영상처리결과와 모호성으로 오동작 가능성 존재함

## V. 결론

본 논문에서는 윈도우즈 환경의 전용제어 프로그램과 임베 디드 웹 서버, 안드로이드 스마트폰 애플리케이션, 웹캠을 이 용한 모션인식 제어 환경 등 다양한 사용자 인터페이스를 지 원하는 인터넷 전원콘센트를 설계하고 구현하였다.

하드웨어 TCP/IP 프로세서와 소형 마이크로프로세서를 사용하여 구현비용이 저렴하고 소형경량화가 가능함으로 저 가의 가전제품이나 전기전자제품에 적용이 가능하다.

따라서 임베디드 리눅스와 윈도우즈 모바일과 같은 운영체 제를 내장한 시스템에 비하여 인터넷 전원콘센트와 같은 저가 의 소형제품에도 폭넓게 응용할 수 있다는 장점이 있다.

또한, 다양한 사용자 인터페이스를 구현하여 유무선 인터 넷 환경에서 편리하게 사용할 수 있으며, 웹캠을 이용한 모션 인식 제어환경의 구현으로 장애인을 위한 사용자 인터페이스 나 움직임에 따라 작동하는 게임 및 전시장이나 무대의 조명 제어와 같은 다양한 분야로 응용분야를 확대할 수 있다.

그러나 인터넷에 연결된 다수의 전원콘센트를 통합하여 감 시하고 제어할 수 있는 운영소프트웨어의 미비와 고전압 과전 류의 위험성 때문에 제어기 기판에 전원콘센트를 설치하지 못 하여 사용상의 불편함이 존재하며, 이러한 점은 향후 보완해 야할 과제로 남아 있다.

## 참고문헌

- [1] Hyun-yeob Lee, "Remotely Controllable Internet Multi-tapped Power Outlet", Korean Intellectual Property Office, Registration number(date) 2003178360000(20030614), pp. 1-8, 2003.
- [2] Hee-Young Lee, "Electric power source multi-tap of the internet control type having a monitoring function", Korean Intellectual Property Office, Registration number(date) 100551940000(20061201), pp. 1-7, 2006.
- [3] In-Hong Lee, "Power saving outlet device capable of remote power control", Korean Intellectual Property Office, Registration number(date) 10100351270000(20110509), pp. 1-17, 2011.
- [4] Jeong-Hyun. Baek, "The Design and Implementation of Intelligent

- Internet Outlet for Real-Time Scheduling Control," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 15, No. 10, pp. 191-200, October 2010.
- [5] Jan Axelson, "EMEBDDED ETHERNET AND INTERNET COMPLETE - DESIGNING AND PROGRAMMING SMALL DEVICE FOR NETWORKING", Acorn publishing company, pp. 91-132, 2005.
- [6] Dae-Hee Kim, Joong-Soo Chung, Hee-Jung Park, Kwang-Wook Jung, "Design and Implementation of Educationnal Embedded Network System", Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 14, No. 10, pp. 23-29, October 2009.
- [7] "High-Performance Internet Connectivity Solution W5300", WIZnet Co., Inc., pp. 90-117, 2008.
- [8] Jeong-Hyun. Baek, "A Study on Design and Implementation of Embedded Network Controller for PON Network Diagnostic", Proceedings of the Korea Society of Computer and Information Summer Conference 2011, Vol. 19, No. 2, pp. 367-368, June 2011.
- [9] Charles M. Kozierok, "The TCP/IP GUIDE", Acorn publishing company, pp. 971-1053, 2006.
- [10] Jeremy Bentham, "TCP/IP LEAN: Web Servers for Embedded Systems", Acorn publishing company, pp. 269-290, 2002.
- [11] Won Joo Lee, "A Implementation and Performance Analysis of Emotion Messenger Based on Dynamic Gesture Recognitions using WebCam", Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 15, No. 7, pp. 75-81, July 2010.
- [12] Seong-hwan Chung, Mun-Ho Lee, "Practical Computer Vision Programming using VC++ and OpenCV", HongRung Publishing Company, pp. 369-468, 2007.
- [13] SunKyo Hwang, "Image Processing Programming by Visual C++", Hanbit Media, Inc., pp. 824-851, 2007.

## 저 자 소 개



### 백 정 현

1985 : 홍익대학교 전산과 이학사  
 1987 : 홍익대학교 전산과 이학석사  
 1998 : 홍익대학교 전산과 이학박사  
 1987 : 현대중공업(주)  
 증전기기술연구소 연구원  
 1993 : 우송공업대학  
 전산과 전임강사  
 2007~현재 : 우송정보대학  
 컴퓨터정보과 부교수  
 관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅,  
 IT서비스, 임베디드 시스템  
 Email : jhbaek@wsi.ac.kr