

임베디드 시스템 인터넷 원격제어 장치

Embedded System Internet Remote Controller

박재삼(Jae Sam Park)¹⁾

요 약

본 논문에서는 임베디드 시스템을 응용하여 인터넷으로 기기들을 원격으로 제어하는 장치를 개발한다. 이를 위하여 임베디드 디바이스 서버를 이용한 원격인터페이스 장치와, 이 장치를 이용한 원격제어 방법을 설계하고, 임베디드 인터넷 원격제어를 위한 PC 프로그램을 개발을 설명한다. 개발된 장치는 집 안팎에서 출입구나 전등, 가전제품 등을 제어할 수 있는 홈 오토메이션이나 기타 인터넷을 이용한 산업용 원격제어에 다양하게 이용가능하다. 본 논문에서는 수 십개의 모터를 동시에 제어할 수 있는 장치에 응용 예를 보인다.

Abstract

In this paper, new structures of embedded internet remote control systems, which can control electro-mechanical systems, are developed. For this, remote interface system structure using embedded system are developed first, then the way of internet remote control and the PC program for the control are discussed. The developed system in this paper can be applied to home automations such as to control entrance doors, lights, consumer electronics and other industrial applications. To show the example illustrations, in this paper, the developed system has been applied to multiple motor control systems. The results show that the developed system can directly be applicable into the real industrial field.

논문접수 : 2004. 11. 10.

심사완료 : 2004. 12. 10.

1) 정회원 : 시립인천전문대학 디지털정보전자과 교수

* 본 논문은 인천전문대학 교내연구비 지원에 의한 것임

1. 서론

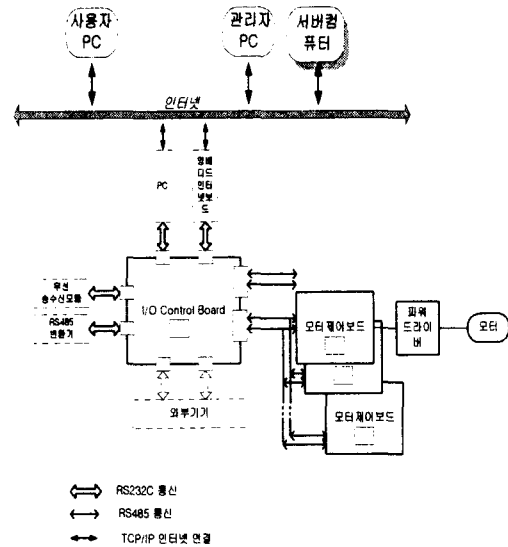
산업의 발달과 함께 전자기기에 대한 원격 제어 대한 연구가 활발하게 연구되어오고 있다. 특히, 개인단말기, 노트북등 휴대용 네트워크 기기들의 발달로 홈오토메이션 등 유비쿼터스의 실용화가 시작되고 있다. 이에 따라 전화선을 이용한 방법[10], RF를 이용한 무선제어[5], 전력선등을 이용한 방법[11,12] 등 다양한 원격제어 방법이 연구되어 왔다. 그러나 전화선은 제어 시마다 전화를 연결하여야하는 불편함이 있다. RF를 이용한 무선제어는 거리상의 제약이 있고, 잡음에 약하며, 다른 RF 모듈과의 간섭이 발생하고, 사용주파수의 제약이 있다는 단점이 있다. 전력선을 이용한 방법은 기술적으로 어려움이 있고 비용이 높아 대중화하기에는 어려움이 있다.

최근에는 빠르게 발전하고 있는 인터넷 기술과 인터넷이 급속하게 보급되면서 이동전화, 셋톱박스, 개인휴대용단말기(PDA) 등의 정보 단말기와 마이크로프로세서로 제어되는 각종전자기기를 유무선의 다양한 방식으로 인터넷에 연결하는 임베디드 인터넷의 실현을 추구하고며 저렴한 가격으로 지리적, 공간적 제약을 극복할 수 있게 되어, 다양한 종류의 임베디드 인터넷 원격제어장치들이 연구 개발되었다 [1,2,3,4,6,7,8,9].

본 논문에서는 임베디드인터넷을 이용하여 인터넷으로 전자기기를 원격으로 제어하는 장치를 개발한다. 이를 위하여 임베디드디바이스 서버를 이용한 원격인터페이스 장치와, 이 장치를 이용한 원격제어 방법을 설계하고, 임베디드인터넷 원격제어를 위한 PC 프로그램을 개발을 설명한다. 개발된 장치는 집 안팎에서 출입구나 전등, 가전제품 등을 제어할 수 있는 홈 오토메이션이나 기타 인터넷을 이용한 산업용 원격제어에 다양하게 이용가능하다. 본 논문에서는 수 십개의 모터를 동시에 제어할 수 있는 장치에 응용 예를 보인다.

2. 시스템 구성

그림 1은 개발된 시스템의 인터넷상의 원격 제어 시스템의 구성도이다.



[그림 1] 임베디드인터넷 원격제어장치 구성도

[Fig. 1] Structure of developed embedded internet remote control system

시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 서버 및 PC부, 임베디드인터넷보드 I/O콘트롤보드, 모터제어보드, 모터드라이버 및 모터로 구성된다.

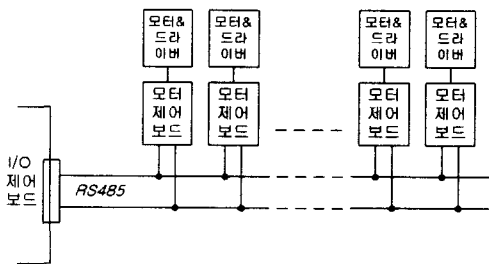
I/O콘트롤보드는 인터넷 또는 무선으로 수십개의 모터를 제어하는 기능을 담당하며, 포트는 서버/클라이언트 연결용 RS232 포트 4개와 클라이언트 연결용 RS485 2개를 가지고 있다. I/O 콘트롤 보드의 기능을 좀더 세부적으로 설명하면, 포트 입력 및 출력을 프로토콜로 지정하여 포트에서 데이터를 입력 받아 프로세싱 후 다른 포트로 출력하는 기능과, 타이머를 장착하여 현재시간 세팅, 주기설정 세팅하여 년,월,일,시,분,초 단위로 사전세팅 동작을 실시할 수 있으며, 이 기능을 이용하여 매월, 매시, 매분등 원하는 시간에 주기적으로 외부

포트로 미리 입력된 데이터를 출력 가능하도록 하는 기능을 가진다.

RS232 포트와 RS422 포트는 미리 정해진 프로토콜에 의하여 통신을 하도록 하는데, RS232 포트 4개는 서버 및 클라이언트 연결용으로서 랜덤 데이터 수신과 순차적 또는 랜덤 데이터 출력이 가능하다. RS485 포트 2개는 클라이언트 연결용으로서 한개의 포트에 30개 이상의 외부기기(여기서는 모터제어보드) 연결이 가능하도록 통신프로토콜을 구성하였으며, 랜덤 데이터 수신 및 순차적 또는 랜덤 데이터 출력이 가능하다.

모터제어보드는 파워드라이버를 통하여 모터를 구동한다. 모터제어보드와 I/O 보드간의 통신은 RS422로 하므로 모터제어보드에 따라 DC, AC, 스테핑 모터등 다양한 모터를 구동할 수 있고, 또는 모터가 아닌 다른 기기의 제어에 응용할 수 있다. 본 논문에서는 DC 모터제어보드를 설계하여 I/O 보드와 연결하였으며, DC 24V 3A를 입력 DC 모터를 사용하여 테스트 하였다.

본 논문에서 제시된 시스템은 그림 2에서 보든 바와 같이 한 개의 I/O제어보드에 수십개의 모터제어보드를 RS485로 연결하여 구동 명령을 내리고 그 결과를 수신하여 내부의 플래쉬메모리에 저장한다.



[그림 2] I/O제어보드의 1개의 포트에 수십개의 외부기기 연결방법

[Fig.2] Structure of multi-outer-device control using one RS485 port

I/O제어보드에 저장된 데이터는 RS232포트를 통하여 임베디드인터넷 보드로 전달된다. 즉, 서버용컴퓨터에서는 동작이 요구되는 날짜 및 시간에 인터넷을 통하여 임베디드인터넷보드로 모터의 동작요구신호 데이터를 보내면, 이 데이터는 임베디드인터넷보드를 통하여 I/O 제어보드로 입력되고, I/O제어보드에서는 이 명령을 디코딩 하여 해당 모터의 모터제어보드에 명령을 내리게 된다. 이어서 모터제어보드에서 결과 데이터를 I/O제어보드로 전송하면 I/O제어보드는 이 결과데이터를 임베디드인터넷보드를 통하여 서버컴퓨터로 전송한다. 또한 I/O제어보드는 자신의 보드 자체내에 저장된 '모터의 현재 데이터정보'를 서버컴퓨터로 전송할 수도 있다.

사용자가 어느 특정 모터의 상태를 보려면 사용자 PC로, 인터넷을 통하여 서버컴퓨터에 접속하여 기존의 모터 데이터 정보를 열람할 수 있고, 또한 어느 특정 모터에 명령을 내리려면, 서버컴퓨터로 요구신호를 보내면 그 사용자가 액세스 할 수 있는 I/O제어보드의 주소와 패스워드의 인증을 받아 해당 I/O 제어보드에 연결된 모터를 제어하거나 최신상태를 수신 받을 수 있다.

관리자는 관리자 PC로 인터넷에 연결하여 서버컴퓨터를 조작할 수 있는 한편, 그에 따른 관리자 아이디와 패스워드의 인증을 받아 해당 I/O제어보드에 연결하여 및 동작상태를 점검하고 이상상태를 확인할 수 있다.

이들을 정리하면, 본 논문에서 개발된 구조는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- i) I/O제어보드와 외부기기(여기서는 모터제어보드)간에 RS422 통신을 사용하여 1개의 I/O 제어보드로 수십 개의 외부기기(여기서는 모터제어보드)를 제어할 수 있으므로 장치의 가격이 경제적이며, 인터넷을 통하여 원격제어가 가능하다.
- ii) I/O제어보드는 마이크로프로세서를 사용하여 특정일시 또는, 주기적으로 각 모터로 구동명령데이터를 보내어 모터를 동작시키

거나, 서버컴퓨터로부터 동작요구데이터가 오면 동작을 개시하여 그 결과를 서버컴퓨터로 보내어 모터의 현재상태 및 위치를 서버컴퓨터에 데이터베이스화 할 수 있다.

- iii) 동작명령 수행시 에러가 발생하면 서버컴퓨터로 에러상태를 보고한다. 관리자는 인터넷을통하여 I/O제어보드로 연결하여 에러상태를 체크할 수 있다.
- iv) I/O제어보드는 플래쉬램을 사용하여 전력 꺼짐시에도 보관된 값을 보존한다. 또한 충전배터리를 내장하여 전력 꺼짐 시에도 일정시간동안 명령을 수행할 수 있다. 사용자나 관리자는 PC로 인터넷만 연결되면 어디서나 I/O제어보드에 동작명령을 내리거나 모터의 상태를 볼 수 있다.

3. TCP 모드에 따른 임베디드 시스템 연결 및 동작의 구성

3.1 임베디드 인터넷 보드 설정

그림 1의 시스템구성에 사용된 임베디드 인터넷보드는 일반적으로 임베디드인터넷보드의 IP 주소를 설정하는 기능과 임베디드 인터넷보드의 파라미터를 설정하는 기능을 가지고 있다. 파라미터는 승인자만 임베디드 인터넷 보드를 사용가능하도록 하는 "패스워드 파라미터"와, 임베디드 인터넷 보드가 사용자 장치와 RS232 포트로 연결되어 TCP/IP 네트워크 환경에서 동작하기 위해서 네트워크와 관련된 "시스템 파라미터"와 "RS232 통신파라미터"를 설정하도록 되어 있다.

시스템 모드는 IP 모드와 TCP의 환경에 따라 설정 방법을 달리한다. IP 모드는 고정 IP (Static IP) 모드와 유동 IP (Dynamic IP) 모드로 구분된다. 고정 IP 모드는 한 번 IP를 셋팅하면, 재 셋팅시 까지 IP를 유지하는 경우이고, 유동 IP 모드는 전원을 끄거나, 24시간 이내만 IP를 유지하는 경우이다. TCP는 서버 (Server) 모드와 클라이언트(Client) 모드로 구분된다.

3.2 임베디드 인터넷보드를 TCP 서버모드로 사용할 때

서버컴퓨터에서는 인터넷망을 통하여 임베디드 인터넷보드로 TCP 접속 요구를 한다. 임베디드 인터넷보드는 접속을 수용하고, 서버컴퓨터는 임베디드 인터넷보드로 모터구동명령데이터를 보낸다. TCP/IP로 임베디드 인터넷보드를 통하여 I/O 제어보드로 수신된 구동명령은 I/O 보드의 마이크로프로세서에 의하여 디코딩되어 RS422을 통하여 해당 모터제어보드로 구동명령신호를 전송한다. 그림 2에서 보는 바와 같이 한개의 RS422 포트에 수십개의 모터제어보드가 병렬로 연결되어 있으므로 RS422에 연결된 모든 모터제어보드가 동시에 구동 명령을 데이터를 수신하지만 4절에서 설명하는 바와 같이 미리 약속된 프로토콜에 의하여 어느 특정한 모터제어보드만이 명령을 입력받게 된다.

모터제어보드는 명령을 입력받아 모터를 구동시키고 그 결과를 RS485 통신라인을 통하여 I/O 제어보드로 전송하고 이 데이터는 임베디드인터넷보드를 통하여 TCP/IP로 서버 컴퓨터로 송신한다.

3.3 임베디드 인터넷 보드를 TCP 클라이언트 모드로 사용할 때

I/O 제어보드에서 내장된 시계회로에 의하여 주기적 또는 미리 입력된 특정한 날에 해당 모터제어보드로 모터구동명령신호를 보낸다. 여기서 모터제어보드로 보내는 구동명령신호데이터는 미리약속된 프로토콜 형태로 I/O 제어보드의 플래쉬램의 공간에 저장되어 있다. 플래쉬램에 저장된 명령데이터와 모터구동신호를 발생시키는 시간 또는 주기세팅은 인터넷을 통하여 관리자가 변경할 수 있다.

모터제어보드는 명령을 입력받아 모터를 구동시키고 그 결과를 RS485 통신라인을 통하여 I/O 제어보드로 전송하고 I/O 제어보드는 RS232를 임베디드 인터넷보드로 입력된다. 임베디드인터넷보드에는 데이터를 받아들이는 서버컴퓨터의 IP 주소 및 포트가 미리 입력되어

있도록 하여, I/O 제어보드로부터 데이터가 입력되면, 지정된 서버의 지정된 TCP/IP 포트 접속을 시도하여 입력된 데이터를 TCP/IP로 서버로 송신한다. 이는 즉, 서버에서 모터구동 명령을 내리지 않더라도 I/O제어보드에 내장된 타이머와 모터의 동작명령데이터에 의하여 원하는 시간에 해당모터를 동작시키고 그 결과가 서버로 전송되어 저장된다.

4. 동작, 통신프로토콜 및 데이터포맷

가. 서버(RS232C) 명령을 클라이언트(RS485)로 전달하는 동작

①서버에서 임베디드인터넷보드를 통하여 RS232로 I/O제어보드로 데이터가 입력된다. 데이터는 다음의 구조를 가진다.

3bit(명령어)+ 2bit(hand-shaking용:00-단순출력, 01-결과요구)+ 3bit(데이터크기)+ 8bit(출력할 포트번호)+ bytes(데이터들)

②명령을 프로세싱한다.

③해당포트로 명령을 출력한다(RS485 출력). 출력데이터는 다음의 구조를 가진다.

3bit(명령어)+ 2bit(hand-shaking용 00-단순출력, 01-결과요구)+ 3bit(데이터크기)+ bytes(데이터들)

나. 클라이언트(RS485)에서 서버(RS232C)로 결과 전달하는 동작

①클라이언트에서 데이터를 받는다(RS485 입력)

3bit(데이터종류)+ 2bit(hand-shaking: 00-단순출력, 01-결과요구)+ 3bit(데이터크기)+ 8bit(my 포트번호)+ bytes(데이터들)

②명령을 프로세싱한다.

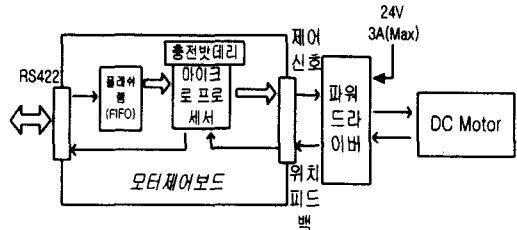
③해당서버포트로 데이터를 출력한다(RS232C 출력)

3bit(데이터종류)+ 2bit(프로세싱 결과: 00-OK, 01-에러 등)+ 3bit(데이터크기)+ bytes(데이터들)

5. 인터넷 원격제어시스템의 적용예

본 논문에서 개발한 시스템에 모터제어장치를 연결하여 인터넷상의 원격제어를 실험하였다. 그림 3에 적용 예로 사용된 모터제어장치의 구조를 보여준다.

실험에 사용된 모터제어장치는 I/O보드로부터 구동명령데이터 수신하거나 모터의 상태를 I/O 보드로 전송하는 RS485 통신부와 구동명령데이터를 수신받아 모터를 구동시키는 서보 제어부로 이루어진 모터제어보드와 모터제어보드의 출력신호를 전력증폭하여 모터를 구동시키는 파워드라이브부와 모터로 구성된다. 서보 제어부는 수신된 명령위치값과 모터로부터 피드백 받은 모터의 현재위치값을 이용하여 명령 위치만큼 모터를 회전시켜주도록 하는 제어신호를 계산하여 파워드라이브로 출력하여 모터를 구동시킨다. 본 실험에서는 I/O 제어보드의 RS485 포트에 5개의 모터제어장치를 그림 2와 같이 병렬 연결하여 원하는 모터만을 구동시키는 실험을 하였다. 통신프로토콜은 2.2절에 제시된 바와 같이 함으로써, 한개의 RS485 포트에 수개 이상 수십개의 모터제어장치를 연결하여도 무리 없이 제어가 가능함을 확인하였다



[그림 3] 실험에 사용된 모터제어장치의 구조

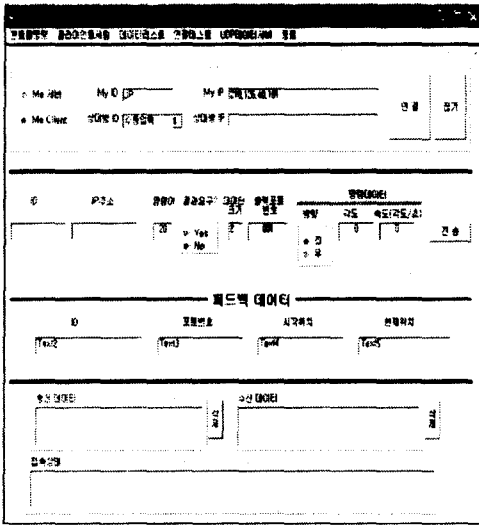
[Fig. 3] Structure of a motor control system

used for application example

사용자 인터페이스(User Interface) 프로그램은 Visual Basic 6.0을 사용하여 프로그램

하였다. 여기서는 개발된 시스템을 테스트하기 위하여 테스트용 프로그램을 별도로 만들었다.

그림 4는 임베디드인터넷원격 모터제어장치의 초기화면 겸 제어화면이다.



[그림 4] 시스템 테스트 초기/제어 화면
 [Fig. 4] Start-up/Control screen of test system

그림 4에서 콘트롤 명령, 클라이언트세팅, 데이터리스트, 연결테스트, UDP데이터서버 등의 메뉴로 구성되어 있음을 볼 수 있다. 실제 적용을 위하여는 보다 많은 메뉴가 필요하겠지만 본 논문에서는 테스트를 위하여 필요한 기능만을 포함하였다.

그림 4에서 제어하고자하는 모터의 IP 주소를 입력하고 연결버튼을 누르면 인터넷망을 통하여 임베디드 인터넷보드로 TCP 접속 요구를 한다. 임베디드 인터넷보드는 접속을 수용한다. 다음, 모터의 포트번호와 명령데이터를 입력하고 전송버튼을 누르면 PC에서 임베디드 인터넷보드로 모터구동명령데이터가 전송된다. 이때 전송데이터는 4절의 데이터전송 프로토콜 형식을 갖추어 전송된다. 이 구동명령데이터는 I/O제어보드의 마이크로프로세서에 의하

여 디코딩 되어 RS422을 통하여 해당 모터제어보드로 구동명령신호를 전송한다. 모터제어보드는 명령을 입력받아 모터를 구동시키고 그 결과가 피드백 되어 모터의 현재위치가 그림 4의 화면에 나타남으로써 명령수행 결과를 확인할 수 있다.

그림 4에서 클라이언트세팅은 3.3절에서와 같이 임베디드인터넷보드를 TCP 클라이언트 모드로 사용할 때 I/O 제어보드에서 주기적 또는 미리 입력된 특정한 날에 해당 모터제어보드로 모터구동명령신호를 보내게 되는데, 미리 약속된 프로토콜 형태로 I/O 제어보드의 플래시램의 공간에 저장되어 있는 모터제어보드로 보내는 구동명령신호데이터를 변경하기 위함이다.

그림 4에서 데이터리스트 메뉴는 각 모터의 현재상태 및 위치를 보여주는 기능이다. 연결테스트 메뉴는 서버/클라이언트 테스트와 ping 테스트의 서브메뉴를 가지고 있는데, 서버/클라이언트 테스트는 사용자의 PC를 서버, 또는 클라이언트 모드로 인터넷에 연결하여 테스트를 하는 한편, 데이터 전송상황을 테스트 하는 기능을 가지고 있으며, ping 테스트는 사용자의 PC에 연결된 인터넷 신호 상태 여부와 인터넷을 사용하는데 있어 문제는 없는지를 확인하는 기능을 가지고 있다.

그림 4에서 UDP데이터서버 메뉴는 인터넷 보드를 Dynamic IP 모드와 TCP 서버 모드로 사용할 때, 수시로 변하는 인터넷 보드의 IP 주소를 포함한 자신의 정보를 미리 지정한 전송주기 파라미터에 따라 일정한 시간 간격으로 본 IP 주소를 갖는 데이터 서버로 전송하여 보 관한 다음, 사용자가 인터넷 보드에 접속하기 전에 이 데이터 서버를 접속하여 그 IP 주소를 획득한 후, 인터넷 보드에 접속함으로써, 유동 IP 환경에서도 인터넷 보드를 서버로 사용할 수 있도록 하는 기능을 가지고 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 인터넷 상에서 임베디드 인

터넷 시스템을 이용하여 서버-클라이언트 구조를 기반으로 하는 원격제어장치를 구현하였다. 본 논문에서 개발된 시스템을 수개의 DC 모터제어장치에 연결하여 인터넷상에서 웹 브라우저를 이용하여 원격제어로 모터의 구동제어를 수행하였다. 이러한 실험 결과는 모터제어에 뿐만 아니라 온/오프제어, 온도제어 등 산업현장의 다른 분야나 홈오토메이션등에 응용 가능성을 보여준다. 그러나 본 논문에서 개발된 시스템을 실제 적용하려면, 허가자만 제어대상물에 접근할 수 있도록 하는 안전성 문제와 제어대상물의 불완전한 동작을 실시간으로 감지하여 대처할 수 있는 안정성 문제 등에 대한 연구가 좀 더 이루어져야 할 문제로 남아 있다.

참고문헌

[1] 김선호, "생산장비의 원격감시, 원격고장 진단 및 원격조작 기술", 한국정밀공학회지 제18권 제10호, pp.33-44, 10, 2001

[2] 김태용, "임베디드 인터넷의 선두주자 - (주)세나테크놀로지", 인국정밀공학회지 제 18권 제5호, pp.29-33, 5, 2001

[3] 박태현외 2인, "인터넷을 이용한 이동로봇의 원격운용시스템", pp.270~274, 2002

[5] 송병환, RF통신을 이용한 차량속도제어 시스템, 한국경영과학회, 2000 춘계공동학술대회 논문집, pp.668-671, 2000

[6] 이윤표, 오병주, "인터넷 환경에서 원격로봇제어 시스템 개발", Proceedings of the 14th KACC, pp. B180-B183, October 1999

[7] 이지홍외 2인, PCS와 원칩 마이크로콘트롤러를 이용한 원격검침 시스템", 2000년도 대한전자공학회 하계종합학술대회논문집, 제23권 제1호, pp.171~174, 2000

[8] 진선일의 5, "인터넷을 이용한 PLC 계측/제어 시스템"2002년도 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집 제25권 제1호,

pp.197~200, 2002

[9] 최기훈, 김영탁, "인터넷기반의 원격제어 카메라 시스템 개발" 한국정밀공학회 2001년 추계학술대회논문집 pp.504~506, 2001

[10] 최승지, 전력선 모뎀 및 전화를 이용한 가정용 가스레인지의 원격 제어 시스템 개발, 한국통신학회, 27권 7호, 723-727, 2002

[11] 최원호, "전력선통신과 인터넷을 이용한 원격제어 및 검침구현", 대한전자공학회지, 40권 4호, pp.282-290, 2003

[12] 차주현외 2인, "전력선 통신을 이용한 인터넷 기반 원격제어 시스템", 한국정밀공학회지 제18권 제10호, pp.26-32, 10, 2001

박재삼



1983 충북대학교 전기공학과
(공학사)

1986 호주 The University
of New South Wales 대학원
Systems and Control 전공(공
학석사)

1995 호주 The University of New South
Wales 대학원 Systems and Control 전공(공
학박사)

1987 ~ 1989 대우중공업 중앙연구소 주임연구
원

1989 ~ 1991 호주 Scientia Systems Pty.
Ltd. Computer Analyst/Programmer

1994 ~ 현재 시립인천전문대학 전자과 교수
관심분야: 로봇틱스, 비선형제어, 퍼지제어, 임
베디드시스템