

임베디드 웹 서버를 이용한 자동차용 모니터링 및 제어기 개발에 관한 연구

(A Study of Vehicle's Monitoring and Controller Using Embedded Web Server)

양승현 · 이석원*

(Seung-Hyun Yang · Suk-Won Lee)

요 약

본 연구에서는 임베디드 리눅스와 HTTP(Hypertext Transfer Protocol) 웹 서버인 GoAhead를 포팅한 32비트 RISC 프로세서인 PXA255를 이용하여 웹 서버를 구축하고, 웹 서버를 기반으로 자동차의 순항제어나 무인 운전을 위한 일련의 환경과 상황을 모니터링하고 제어할 수 있는 시스템을 구현하였다. 자동차의 동작 상태와 변화를 감지하기 위해서 ECU와 임베디드 시스템을 인터페이스 시켜 필요한 데이터를 추출하고, 스로틀 밸브에 스텝모터를 연결하여 자동차의 엔진을 회전시켜 자동차의 무인 이동을 제어 한다.

Abstract

In this paper, Web server is built up using PXA255, 32bit RISC processor with porting Embedded Linux and GoAhead, HTTP(Hyper Text Transfer Protocol) web server, and the system which can monitor and control the environment and condition for AICC(Automatic Intelligent Cruise Control) is realized. For sensing the operation condition and change of vehicle the desired data is derived by interfacing ECU(Electric Control Unit) and Embedded system and the rpm of engine is controlled by step motor connected to throttle valve.

Key Words : Embedded web server, ECU, AICC, Vehicle's monitoring

1. 서 론

최근 지능형 자동차에 대한 관심이 높아지면서 AICC(Automatic Intelligent Cruise Control)나 무인 자동차가 개발되고 있다. 이러한 기술을 개발하기

위해서는 자동차의 환경과 운항에 관련된 상황을 모니터링하는 것이 중요하기 때문에 본 연구에서는 Intel사의 XSCALE 기술기반의 최고 400[MHz] 동작이 가능한 RISC 프로세서인 PXA255 칩을 이용한 웹 서버를 구현하여 원격지에 존재하는 자동차의 모니터링 시스템을 개발하고, 자동차 ECU와 인터페이스 하여 엔진 및 자동차의 내부 상황을 웹으로 확인할 있는 임베디드 시스템을 구현하였다[6]. TCP/IP의 발전과 더불어 인터넷의 다양한 기술은 여러 분야에 걸쳐 이용되고 있으며, 이와 더불어 특정한 기

* 주저자 : 호서대학교 전기통신공학부 교수
Tel : 041-540-5672, Fax : 041-540-5693
E-mail : swlee@office.hoseo.ac.kr
접수일자 : 2004년 12월 22일
1차심사 : 2004년 12월 23일
심사완료 : 2005년 1월 6일

능을 독립적으로 수행하던 가전제품 및 산업용 기기를 인터넷과 결합하여 그 기능을 확장하고 있다. 기존의 장비들은 웹 서비스를 하기 위해서는 실시간 운영체제(Real Time O/S(RTOS))를 이용하거나 직접적인 TCP/IP를 작성하여 사용한다. 하지만 이러한 방법들은 경제성과 신뢰성이 다소 떨어지는 단점을 가지고 있기 때문에 최근에는 운영체제가 내장된 형태의 장비들이 이용되고 있다. 이러한 임베디드 시스템을 이용해 웹 서버를 구축하고, 기기를 연결하면 특정한 PC나 서버가 없이 제어가 가능하다 [1][2][3]. 본 논문에서도 운행 중인 자동차를 모니터링 할 수 있으며, PDA와 같은 모바일 기기로도 자동차를 제어할 수 있도록 하였다.

2. 시스템 구성

2.1 임베디드 웹 서버 구현

웹 기반 프로그램이란 클라이언트의 웹 브라우저를 이용해 인터넷에 연결되어 있는 원격지의 서버로 기기를 관리한다는 의미를 가지고 있다.

1) 클라이언트 풀(Client Pull)과 CGI

웹 페이지의 화면을 자동으로 반복표시(refresh)해주는 방법에는 크게 클라이언트 풀(Client Pull) 방식과 서버 푸쉬(Server Push) 방식이 있다. 본 연구에서는 원격지에 있는 자동차의 상황을 실시간으로 모니터링하기 위해 클라이언트 풀 방식을 사용하여 한번 CGI로 구성된 페이지를 열게 되면 자동적으로 반복되어 페이지가 변경되게 하였다. 클라이언트의 요청이 있을 때마다 서버에게 새로운 CGI 프로세스의 생성과 종료로 유발시켜준다. C 언어를 사용하여 CGI 프로그램 작성시 주요코드는 다음과 같다.

```
printf("Content-Type:text/html\n\n"); .. ①
printf("<head><META http-equiv= 'refresh';
content='1';></head>\n"); .....②
```

①은 MIME(Multi-Purpose Internet Mail

Extensions) 형식을 지정해주는 부분으로 웹 서버에게 이후의 표준출력(stdout)으로 출력되는 모든 문자열을 웹 문서로 인식하게 해 주는 역할을 한다. ②는 현재의 CGI 프로그램을 주기적으로 1초에 한번씩 재 실행해주는 역할을 한다. 이 부분이 바로 클라이언트 풀 동작을 기술한 부분으로 주의해야 할 것은 META 태그는 꼭 HEAD 태그 안쪽에 위치해야 된다는 점이다. 또한 프로그래밍한 CGI 응용프로그램은 디바이스 드라이버에 접근하는 코드가 포함되어있으며 해당 코드는 다음과 같다.

```
dev=open("/dev/ad_con",O_RDWR|O_
NDELAY);..... ③
write(dev, buff1, 1); ..... ④
read (dev, buff2, 1); ..... ⑤
```

③은 ad_con이라는 디바이스 드라이버를 연후 dev 변수에 파일 디스크립터(fd)를 저장한다. ad_con 디바이스 드라이버는 모듈 프로그램으로서 센서 입력에 대한 ADC0809칩의 출력으로 생성된 데이터를 PXA255의 GPIO 단자로 읽어내는 부분과 ADC0809의 제어신호를 위해 해당 GPIO 단자에 기록하는 부분으로 이루어져있다. ④는ad_con드라이버의 ad_con_write()함수에 buff1 변수의 값을 인자로 넘겨줌으로서 GPIO 쓰기동작이 이루어진다. ⑤는 sensor 드라이버의 ad_con_read()함수에서 넘겨 받은 값을 buff2로 받아 GPIO 단자를 읽어내는 역할을 한다.

2) 자바애플릿

Sun Microsystems에서 개발된 자바언어(Java Language)는 객체지향 언어로 내장형 시스템을 위해 플랫폼에 구애 받지 않는 언어로 처음 개발되었다. 자바가 플랫폼에 구애받지 않기 위해서는 동작할 플랫폼에 자바 가상머신(JVM, Java Virtual Machine)이 내장되어 있어야한다. 하지만 임베디드 시스템에 자바가상머신을 올리려면 많은 리소스를 필요로 하기 때문에 자바 애플릿(Java Applet)을 이용한다. 이는 클라이언트 상에만 자바가상머신이 있으면 된다.

3) GoAhead 웹 서버

본 연구의 프로그램 구현시 사용한 웹 서버는 오픈소스인 GoAhead 웹 서버를 사용하였다[7]. 웹 서버는 PXA255기반의 리눅스 플랫폼 상에서 실행될 수 있도록 교차(Cross) 컴파일하여 사용하였다. 웹 서버를 포팅하게 되면 임베디드 보드가 하나의 서버가 되기 때문에 원격지에서 클라이언트를 통해 접속할 수 있다.

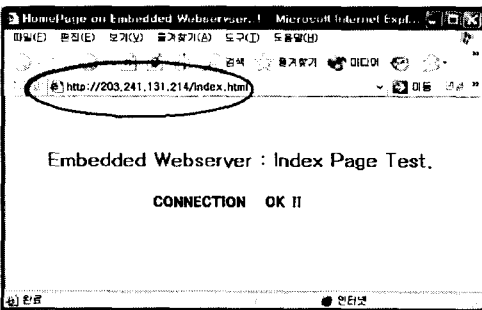


그림 1. 임베디드 웹 서버에 접속된 화면
Fig. 1. Screen connected to Embedded Web server

웹브라우저의 주소 창에 임베디드 서버의 고정 IP와 시작페이지인 index.html를 입력하면 서버에 접속하게 된다. 그림 1은 주소 창에 IP와 시작 html 파일을 입력시킨 후 임베디드 보드에 접속한 화면이다. 임베디드 보드의 메모리에 존재하는 웹 서버 폴더에 index.html 파일을 만든 후 저장하면 기본적으로 나타나는 화면이다.

2.2 임베디드 시스템 구현

자동차 모니터링 및 제어를 위한 시스템은 내장형 리눅스와 웹 서버를 포팅해 클라이언트의 접속을 받기 위한 서버와 입력된 신호들을 마이크로 컨트롤러와 같이 처리해주는 PXA255 임베디드 보드, ECU와 인터페이스 시켜 센서 신호를 연결시키고 스텝모터 제어가 가능한 확장보드로 이루어진다[4][5].

1) 웹 서버용 임베디드 보드

리눅스와 웹 서버를 포팅한 보드로 그림 2에 보이고 있다. PXA255 ARM RISC 400[MHz]인 CPU

를 사용하고 있으며, 64[Mbyte] Nand-Flash와 32[Mbyte]의 SDRAM과 부트(Boot)Flash로 512[Kbyte]의 메모리를 가지고 있다. 또한 이더넷 콘트롤러로 CS8900 Ethernet Chip을 사용하였다[6].

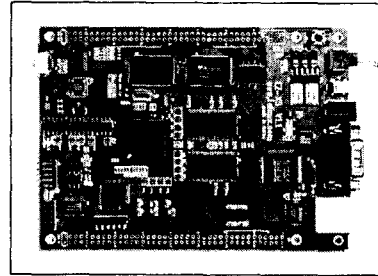


그림 2. 웹 서버용 임베디드 보드
Fig. 2. Embedded board for Web server

2) 확장 보드 구현

자동차 내부의 물리적인 변화에 따른 신호들을 확인하기 위해서는 센서와 A/D변환기가 필요하게 되는데 이는 물리적인 변화를 센서가 측정하고, 센서의 신호를 A/D변환기가 디지털 신호로 변환 후 임베디드 보드에 입력하게 된다. 그림 3은 센서의 입력을 받는 신호가 임베디드보드의 GPIO로 입력되는 A/D 변환 회로도이다.

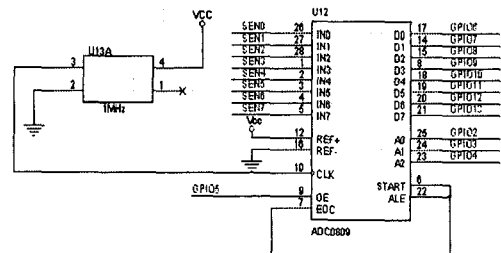


그림 3. A/D변환 회로도
Fig. 3. Circuit of A/D(Analog/Digital) conversion

ADC0809는 저속이기는 하지만 입력이 다채널이기 때문에 다양한 입력신호를 받을 수 있는 장점을 가지고 있다. 자동차의 ECU단자에서는 엔진의 온도나 스로틀 밸브의 각을 비롯한 다양한 변위 신호가 출력되기 때문에 다채널을 선택했다.

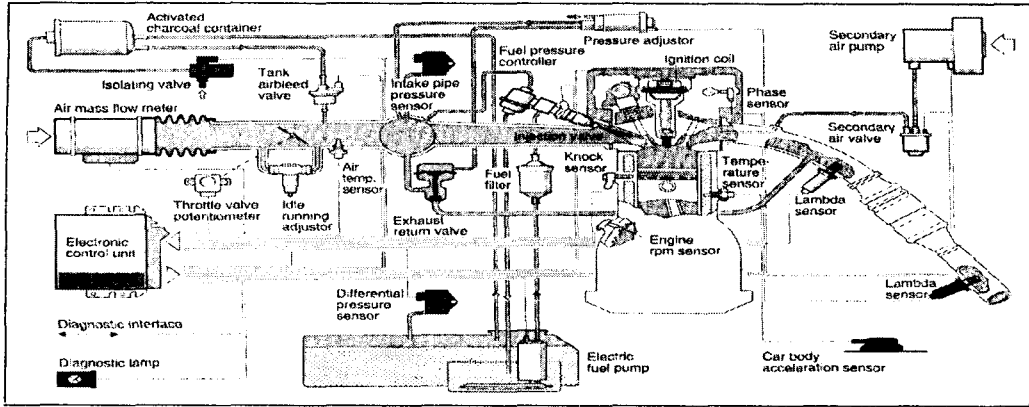


그림 4. 자동차 내부의 ECU
Fig. 4. ECU (Electronic Control Unit) of vehicle

표 1. ADC0809 핀 연결
Table 1. ADC0809 pin connection

연결 단자	GPIO핀 번호	비고
Data[7:0]	GPIO[13:6]	센서 데이터
A0	GPIO 2	센서채널선택 주소
A1	GPIO 3	센서채널선택 주소
A2	GPIO 4	센서채널선택 주소
OE	GPIO 5	Out Enable

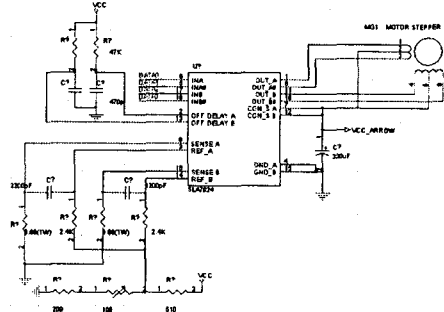


그림 6. 스로틀밸브 구동을 위한 스텝 모터회로
Fig. 6. Step motor circuit for Throttle valve actuation

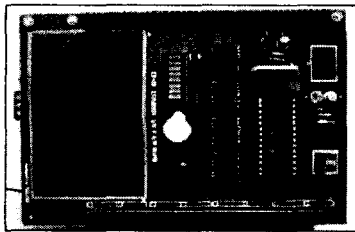


그림 5. 임베디드 확장보드
Fig. 5. Extension board

주변회로는 임베디드 보드가 내부적으로 3.3[V]로 동작하기 때문에 A/D 변환기를 비롯한 주변의 TTL레벨 소자들과의 인터페이스를 위한 74LXX245 양방향 버퍼를 사용하였다. 그림 5는 A/D 변환 및 버퍼가 탑재되어 있는 확장보드를 보여주고 있다.

스로틀 각을 제어하기 위한 스텝모터 제어기인 SLA7026으로 구성되어 있으며, 스텝모터 제어를 위한 입력 단에는 역전류에 의한 보드를 보호하기 위해 포토커플러를 이용하고 있다.

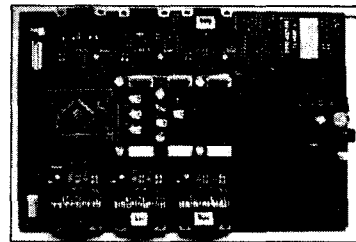


그림 7. 스텝모터제어를 위한 서브보드
Fig. 7. Sub-board for Step motor control

그림 6은 자동차의 스로틀 밸브를 제어하는 부분으로 스텝모터를 사용한 회로도이다. 자동차의 이동은 스로틀 밸브의 개폐 량에 따라 자동차의 엔진 회전수(RPM)가 결정되고 자동차의 속도가 결정되기 때문에 개폐 량을 제어하는 것이 중요하다. 스로틀 밸브의 개폐는 스텝 각이 1.8도를 가지고 토크가 비

교적 큰 PK-244를 사용하였으며 컨트롤러는 SLA7026를 이용했다.

2.3 ECU (Electronic Control Unit)

자동차에 존재하는 전자제어장치인 ECU에는 자동차에 사용되고 있는 엔진 온도나 자동차의 속도, 스로틀각 등의 센서신호를 비롯한 각종 자동차의 전반적인 내용들을 살피고 상황에 맞는 신호를 전자적으로 출력해 줘 자동차가 동작 하는데 중요한 역할을 한다. 이러한 ECU의 단자를 이용하면 자동차의 상태를 파악하기 용이하다. 그림 4는 자동차 내부의 ECU에 어떠한 내용들이 연결되었는지 확인할 수 있는 그림이다.

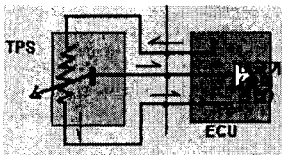


그림 8. 스로틀 포지션 센서
Fig. 8. Throttle position sensor

그림 8에서 보이는 스로틀 포지션 센서는 자동차의 페달을 밟을시 밟은 량만큼 비례적으로 변하는 신호를 검출하는 센서로 ECU에서는 이 아날로그 신호를 근거로 각 실린더에 대한 연료분사의 순서를 결정하게 된다. ECU에 도달하는 센서는 대부분이 아날로그 신호로 임베디드 보드와 연결시에는 A/D 변환기가 반드시 필요하게 된다. 스텝모터를 회전시켜 스로틀 밸브를 개폐하면 개폐된 정도를 스로틀 포지션 센서를 이용해 확인할 수 있다.

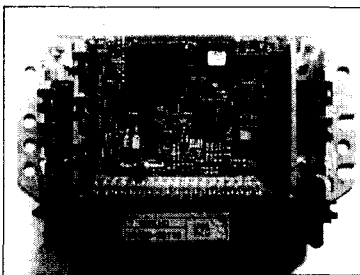


그림 9. 아반떼용 ECU
Fig. 9. ECU using AVANTE

그림 9는 실험대상의 ECU 그림으로 현대자동차의 1.5 DOHC에 사용되는 ECU이다.

2.4 전체 시스템 구성

클라이언트 웹브라우저 PXA 255 웹 서버 보드

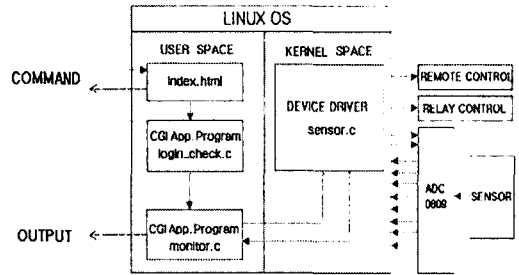


그림 10. 전체 시스템 블록도
Fig. 10. System block diagram

그림 10에서 보이는 전체 시스템 구성은 브라우저를 통한 접속이기 때문에 보안을 위해 ID와 비밀번호를 입력하는 형태로 구성되어 있어 ID와 비밀번호가 일치해야만 임베디드 보드의 웹 서버에 접속하게 하였으며, 브라우저를 통한 입력은 CGI 프로그램과 디바이스 드라이버를 통해 임베디드 시스템에 연결된 하드웨어에 신호를 출력시키고, A/D변환기에 변환하라는 신호를 전달하게 되며 입력되는 신호를 다시 임베디드 보드가 받아 웹 서버로 전송한다.

3. 실험

본 연구의 실험에서는 웹 서버가 내장된 임베디드 보드를 자동차의 ECU 단자에 연결해 웹으로 신호를 확인하고 제어하는 실험을 하였다.



그림 11. 실험 자동차의 ECU 위치
Fig. 11. ECU position of experiment vehicle

임베디드 웹 서버를 이용한 자동차용 모니터링 및 제어기 개발에 관한 연구

실험용 차량은 현대 아반떼 승용차로 ECU의 위치는 그림 11과 같이 핸들 아랫부분에 위치해 있기 때문에 컨넥터를 분리 후 인터페이스 한다.

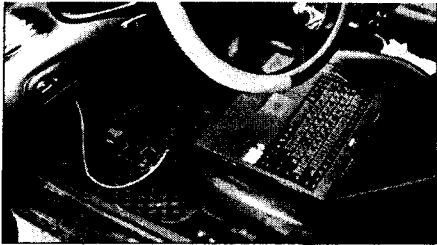


그림 12. ECU 단자와의 임베디드 시스템 연결
Fig. 12. Embedded system connection to ECU

그림 12는 자동차 전자제어장치에 연결한 임베디드 시스템의 모습이다.

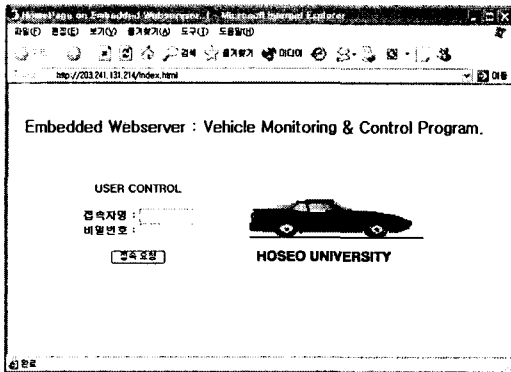


그림 13. 사용자 로그인 화면
Fig. 13. User's Log-In

서버가 내장된 임베디드 보드에 접속 후 자동차를 모니터링하고 제어하기 위해서는 반드시 로그인 화면을 거쳐야한다. 사용자가 확인되면 바로 자동차에 접속 돼 그림 14와 같이 제어하고 감시를 선택할 수 있는 웹 화면이 나온다. 그림 14는 확인하고 싶은 내용의 라디오 버튼을 클릭하면 되고, 동시에 스로틀 밸브까지 제어하고 싶다면 원하는 각도만 적어주면 된다. 입력 선택이 끝나고 SEND 버튼을 누르게 되면 내용이 CGI를 통해 디바이스드라이버에 전달되기 때문에 하드웨어를 제어하게 되어 그에 따른 결과를 화면에 출력할 수 있는 것이다.

ECU의 여러 센서나 상황에서 확인하고 싶은 내

용을 선택하고, 선택된 내용을 다시 보낸다. 그림 14에서 자동차의 현재 위치를 파악하기 위해 GPS의 라디오 버튼을 선택하고 자동차를 이동하기 위해 스로틀 밸브의 각을 7도로 설정한 다음 SEND 버튼을 클릭하게 되면 그림 15와 같은 출력화면이 나타나게 된다.

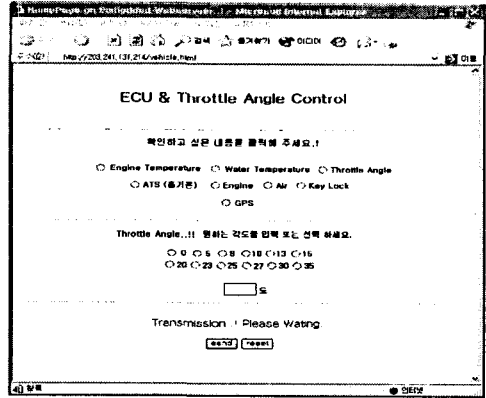


그림 14. 모니터링을 위한 선택 및 제어 화면
Fig. 14. Selection and control scene for vehicle monitoring

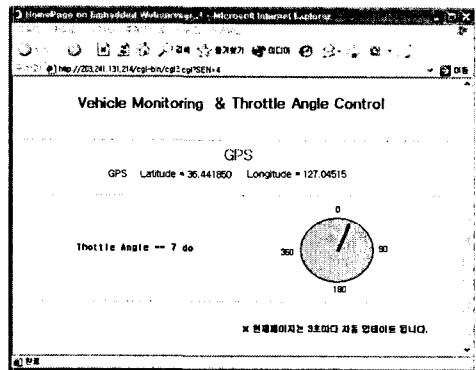


그림 15. 출력 화면
Fig. 15. Monitoring output

현재의 스로틀밸브 각을 확인하고, 각도를 7도로 설정하라는 명령을 전송했기 때문에 그림 15에서는 ECU에서 출력되는 스로틀 밸브 각에 대한 신호를 AD변환기를 통해 임베디드 시스템에서 처리 후 CGI 프로그램을 이용 화면에 출력시킨다. 출력으로는 스로틀 각을 제어하라고 했기 때문에 스텝모터가 정해진 각도만큼 회전해 스로틀밸브를 개폐시킨다.

4. 결 론

본 연구에서는 PXA255 ARM 프로세서에 임베디드 리눅스와 웹서버인 GoAhead를 포팅해 웹 서버를 구축하고, 자동차의 ECU단자를 연결하여 웹상에서 실시간으로 자동차를 모니터링하고 스톱튠밸브의 각을 제어하는 방법을 제안하였다. 이는 자동차를 원격 주행제어 할 수 있는 기초적인 여건을 마련하였으며, 차량의 환경을 감시하고 제어하게 되어 무인운전이나 지능형 순항제어와 같은 곳에 도움이 될 수 있다. 현재 PDA와 같은 모바일 기기로도 제어가 가능하기 때문에 확장성이 용이 할 것으로 보인다.

References

- [1] R.Itschner, C.Prommerell, M. Rutisha user, "Glass Remote Monitoring of Embedded System in Power Engineering", IEEE Internet Computing, Vol.2, no.3, pp.46-53, May/June, 1998.
- [2] C. D. Leidigh, "Web Based Management of Network Device", ESCC 2001, no 204, Chicago, 2001.
- [3] L.Q.kong, J.Malee and T.Korte, "A Simple Architecture for Real-Time Web Based Device Control and Monitoring", ESCC 2001, no. 230, Chicago, 2001.
- [4] Embedded Linux Consortium, <http://www.embedded-linux.org>.
- [5] Embedded Linux/Micro controller Project, <http://www.uclinux.org>.
- [6] Intel® PXA255 Processor Developer's Manual, March, 2003.
- [7] CoAhead web server Home Page, <http://12.129.4.11/webserver/websever.htm>.
- [8] Embedded Linux/Micro controller Project, <http://www.uclinux.org>.

◇ 저자소개 ◇

양승현 (梁承玄)

1973년 3월 22일생. 1998년 호서대 정보제어공학과 졸업. 2000년 동대학원 전자공학과 졸업(석사). 2003년 동대학원 전자공학과 박사수료. 2003년~현재 호서대학교 정보제어공학과 겸임교수.

이석원 (李錫元)

1957년 6월 15일생. 1979년 서울대 공대 전기공학과 졸업(학사). 1981년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 1990년~현재 호서대 전기정보통신공학부 교수.