# RS422 Multi-drop mode 시리얼 통신을 이용한 홈 네트워크 구현

변필상* · 김명환* · 김덕진* · 박세현** · 박연식***

## The implementation of home network using the RS422 Multi-drop mode serial communication

Pil-sang Byun* · Myeung-hwan Kim* · Deok-jin Kim* · Se-hyun Park** · Yeoun-sik Park*


### 요 약

홈 네트워크란 일반적으로 PC를 비롯한 가정 내의 가전기기들이 하나의 네트워크로 통합되어 통신이 가능하도록 하는 것을 의미한다. 21세기에 들어서 홈 네트워크 환경을 위한 여러 가지 기술들이 제시되었다. 대표적으로 HomePNA, IEEE1394, ethernet lan, 블루투스 등이 있다.

일반적으로 홈 네트워크를 구현하는데 있어 가전기기간 데이터를 전송 할 경우 표준 직렬 인터페이스인 RS232를 이용한다. 그러나 RS232를 이용하여 홈 네트워크를 구현할 경우 다음과 같은 문제점이 있다. 즉, point-to-point 방식을 사용하여 각각의 기기를 모두 RS232로 연결해야 한다는 것이다. 이를 경우 기기의 숫자만큼 회선이 늘어남으로 인해 시스템 자체가 복잡해지고 비용도 증가한다.

이러한 문제점을 개선하고자 이 논문에서는 RS422 Multi-drop mode 시리얼 통신을 이용하여 홈 네트워크를 설계하였고 임베디드 리눅스 시스템으로 제어하였다. 그리고 홈 네트워크 가상환경을 구현하기 위해서 PIC를 이용하여 모터 및 센서를 RS422와 연결하였다.

### ABSTRACT

Home-Network is an integrated network of the PC and all electric home appliances in the home so that they can communicate with each other. In the 21th century, here are various technology for Home Network environment such as HomePNA, IEEE1394, Ethernet Lan and Bluetooth.

For Home Network construction, generally, the standard series interface 'RS232' is used to make communication possible between electric home appliances. However Home network using RS232 has a problem. That is, All machines have to be connected to each other with RS232 using Point-to-Point mode. In this case, the system becomes complicated because we have to use circuits as much as there are machines and increased expenses.

To improve this problem, In this thesis, designed home network using RS422 Multi-drop mode serial communication and controled it with embedded linux system. And connected RS422 with motors and sensors using PIC to make the home network virtual environment.



### 키워드

RS422 Multi-drop mode, embedded, home network, PIC



* 경상대학교

** 안동대학교

*** 경상대학교 해양산업연구소


접수일자 : 2005. 10. 28

## Ⅰ. 서 론

최근 차세대 주거 환경으로 집안의 모든 가전기기를 연결하여 가정자동화로 구현하고자 하는 기술들이 많이 개발되고 있다. HomePNA, IEEE1394, ethernet lan, 블루투스 등이 대표적인 방법들이지만 아직 표준화가 되어 있지 않아 사용되는 기술들이 혼란스러운 상태에 있다[1].

홈 네트워크란 일반적으로 PC를 비롯한 가정 내의 가전기기들을 하나의 네트워크로 통합하여 통신이 가능하도록 하는 것을 의미 하는데, 홈 네트워크를 구현함에 있어 기기간의 데이터를 전송 할 경우 표준화 직렬 인터페이스인 RS232를 가장 많이 이용한다. 실질적으로 RS232를 이용하는 홈 네트워크를 구현하면 제어하고자 하는 기기의 수가 늘어날수록 그 인터페이스 수 또한 증가하게 된다. 또한 모든 연결은 point-to-point 로 해야 하는 번거로움이 있으며 그로인해 구성 자체가 복잡해지게 된다.

기존에 사용되는 방식에의 이러한 결점들을 개선하기 위하여 제안된 방식이 다중 채널 직렬 포트를 이용하여 각 직렬 장치 채널들을 접근함으로 인해 각 직렬 장치에 접근하는 데 걸리는 대기 시간을 줄이고 한개 채널의 직렬장치를 사용하여 단순화 시킨 방법이다[2].

본 논문에서는 직렬장치 채널의 접근을 위하여 RS422의 Multi-drop 방식을 이용하므로 결점들을 개선하고자 한다. 즉, RS422의 Multi-drop mode 시리얼 통신방식으로 구현하여 RS232의 point-to-point 연결로 인해 생기는 문제점을 개선하고자 한다.

홈 네트워크 환경을 제어하기 위해서 최근 홈 네트워크 구현에 큰 비중을 차지하고 있는 임베디드 리눅스 시스템을 사용하였다. 임베디드 리눅스 시스템은 오래전부터 각 종 하드웨어를 제어하는 분야에 많이 사용되어 왔으며 현재 임베디드 시스템은 여러분야에 광범위하게 사용되고 있다. 이 논문에서는 powerpc 계열의 CPU인 MPC860이 탑재된 타깃보드를 이용하고, 제어를 위한 리눅스 기반의 임베디드 시스템을 구현시켜 PIC를 이용한 모터 및 센서를 설계하여, RS422에 연결함으로써 홈 네트워크의 가상 환경을 구성한다.

## Ⅱ. 제어를 위한 임베디드 리눅스 시스템 환경과 홈 네트워크 구성도

### 2.1 임베디드 리눅스 환경 구성

임베디드 시스템은 범용 목적을 지닌 시스템이 아닌 특정한 목적으로 사용하는 시스템이다. 최근의 모든 시스템이 네트워크화에 멀티미디어화 됨으로 인해 임베디드 시스템 자체의 규모가 커져가고 있다.

현재 하드웨어 제어를 할 때 임베디드 시스템이 각광을 받고 있는 이유는 기성 시스템과는 다르게 소스코드가 공개되어 있는 운영체제인 리눅스를 이용하여 개발하기 때문이다. 또는 전체 시스템에서 운영체제의 비용을 줄일 수 있고 하드웨어를 제어하기가 용이하다는 이점이 있다.

일반적으로 임베디드 시스템은 호스트와 타킷으로 구성된다. 시스템이 완성되기까지 개발 과정을 도와주는 역할을 하는 것을 호스트라고 하며, 임베디드 시스템 자체를 타깃이라고 한다.

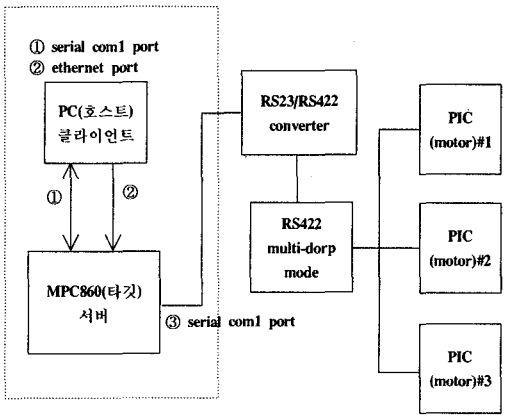



그림 1. 임베디드 리눅스 시스템 환경과 홈 네트워크 구성도

Fig 1. the embedded linux system environment and home network structure

본 논문에서는 위의 그림처럼 리눅스 운영체제가 설치된 PC를 호스트라고 하고 임베디드 시스템인 MPC860을 타깃이라고 한다.

따라서 타깃은 호스트를 통해 필요한 개발 환경을 제공받으며 이를 위한 환경 설정 및 개발에 필요한 소프트웨어를 설치한다. 우선 호스트의 환경은 Redhat

9.0 리눅스를 운영체제로 하였고, 호스트와 타깃의 모니터링을 위해 RS232c 시리얼 케이블 연결하였다. 또 호스트에서 제작된 리눅스 커널과 실행파일들을 다운로드 하기 위해서 ethernet 케이블을 연결하였다.

타깃(MPC860)의 하드웨어 구성에 맞도록 수정된 부트로더, 커널소스가 저장된 MPC860 전용 s/w 를 설치하였고 호스트에서 작성된 커널이나 부트로더 응용프로그램을 타깃에서 적용할 수 있도록 컴파일 하기 위해서 Hardhat CDK 1.2 라는 크로스 컴파일러를 설치하였다. 또한 시리얼 모니터링을 위한 minicom 과 파일 다운로드를 위한 TFTP 서버를 설치하였으며, 원격 파일 시스템을 이용하기 위해 NFS 서버를 설치하였다[3].

### 2.2 RS232 시리얼 통신

일반적으로 주변장치를 통해서 제어하고자하는 방법으로 병렬통신과 직렬통신을 사용한다. 그러나 통상적으로 고속의 통신 속도를 필요로 하며 많은 정보를 한 번에 처리하기 위하여는 병렬통신 방식을 사용한다. 이러한 병렬통신 방식은 통신거리의 제한으로 인한 비용문제와 시스템을 구현하기 위하여서는 많은 기술적인 어려움이기 있기 때문에 모든 통신을 그 대상으로 할 수는 없다.

애플리케이션 자체로는 고속의 통신 속도를 필요로 하지 않을 경우가 많고, 홈 네트워크 환경 역시 집안에 있는 가전기기를 제어하기 위한 것이기 때문에 고속의 통신 속도가 필요치 않다. 이러한 이유로 병렬통신 대신 직렬통신을 많이 사용한다.

직렬통신이란 데이트 비트를 1개의 비트단위씩 외부로 송수신하는 방식으로써 구현하기가 쉽고, 통신거리가 멀고, 기존의 통신선로(전화선 등)를 활용할 수 있어 비용면에서도 큰 장점이 있다.

직렬통신의 대표적인 것으로 모뎀, LAN, RS232 등이 있으며, 이 중에서 RS232는 비동기식 통신컨트롤러에서 나오는 디지털 신호를 외부와 인터페이스 시키는 전기적인 신호 방식의 하나이다.

비동기식 통신컨트롤러 (UART : Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)를 이용하는 RS232의 경우 보통 TTL 신호레벨을 갖기 때문에 노이즈에 약하고 통신거리에 제약이 있다. 이러한 TTL 신호를 입력받아 노이즈에 강하고 멀리갈 수 있게 해주는 인터페이스 IC를 LINE DRIVER / RECEIVER 라 하며 대표적인 것이 RS422 및 RS488이다.

이 논문에서 하나의 마스터에 여러 개의 슬레이브 연결이 가능한 RS422를 이용한다.

RS232C RS422 인터페이스 방식의 특성은 다음 표와 같다[4].

table1. The characteristic comparison of RS232 and RS422 interface method
표 1. RS232 와 RS422 의 인터페이스 방식의 특성 비교

| Specification | RS232C | RS422 |
|---|---|---|
| 동작 모드 | Single-Ended | Differential |
| 최대Driver/Receiver 수 | 1 Driver<br>1 Receiver | 1 Driver<br>32 Receiver |
| 최대 통달거리 | 약 15 m | 약 1.2 km |
| 최고 통신속도 | 20 Kb/s | 10 Mb/s |
| 지원 전송방식 | Full Duplex | Full Duplex |
| 최대 출력전압 | ±25V | -0.25V ~ +6V |
| 최대 입력전압 | ±15V | -7V to +7V |

위의 표1 에서 알 수 있듯이 RS422(Differential 통신방식)가 RS232(Single-Ended 통신방식) 에 비해서 통신속도가 빠르고 통신거리가 길다. 그리고 RS232는 1 Driver에 1 Receiver만을 연결할 수 있지만 RS422는 1 Driver 에 32 Receiver 를 연결할 수 있는 장점이 있다는 것을 알 수 있다.

### 2.3 RS422 시리얼 통신

RS422는 EIA에 의해서 전기적인 사양이 규정되어 있으며, 표1에서 알 수 있듯이 RS422 시리얼 통신방식은 RS232 시리얼 통신방식에 비해 많은 장점을 가지고 있다. 이러한 이유로 이 논문에서는 RS422 시리얼 통신방식을 사용하였다. RS422 시리얼통신방식에는 Point-to-Point 모드와 Multi-drop 모드 두 가지가 있다.

Point to Point 모드의 경우 RS232와 신호선당 2개의 라인이 필요한 것만 빼고 RS232와 사용하는 방법은 같다. 다만 물리적으로 하나의 신호선에 두 개의 라인이 필요한데 그들의 표현은 신호선명 뒤에 + 와 - 로서 구분표기 한다.

이 논문에서는 RS422의 Multi-drop mode 방식을 사용한다. RS422 Multi-drop 모드는 하나의 마스터에 여러 개의 슬레이브가 연결되어 마스터가 어떤 슬레이브와 통신을 할 것인지를 결정하고 해당 슬레이브를 호출하면 호출된 슬레이브가 응답을 하는 체제로 구성되어진다.

다음은 Multi-drop 모드의 외부와 내부 결선도이다[5].

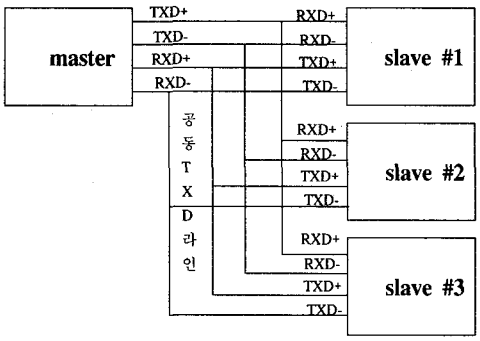



그림 2. Multi-drop 모드의 외부 결선도
Fig 2. The external wiring diagram schematic of Multi-drop mode

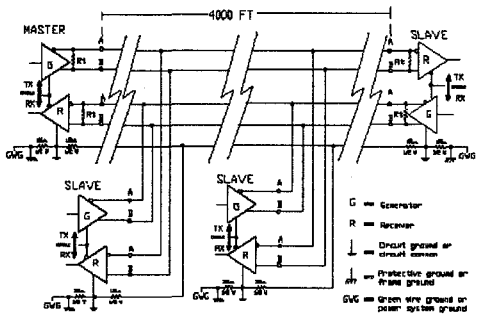



그림 3. Multi-drop mode의 내부 결선도
Fig 3. The internal wiring diagram schematic of Multi-drop mode

RS422의 경우 하나의 마스터에 보통 10개(최대 32개)까지의 슬레이브가 연결 가능하다. 이 논문에서는 슬레이브를 3개만 연결한다. 이 때 마스터는 Point to Point 모드로 설정되어 있어도 상관이 없으나 슬레이브는 반드시 Multi-drop 모드로 설정이 되어져 있어야 한다.

Multi-drop 모드의 경우 주의할 점은 TX신호라인을 데이터를 출력시킬 때만 공동 TXD 라인에 접속 시켜야만 한다. 그 이유는 하나의 슬레이브가 계속 TX신호라인을 공동 TXD라인에 접속시키면 마스터에 의해 호출된 다른 슬레이브의 데이터가 출력되어도 계속 접속된 슬레이브로 인해 공동 TXD라인에 전기적인 충돌이 발생되어 마스터로 데이터가 전달되지 않기 때문이다. 즉, 동시에 2개 이상의 슬레이브가 공동 TXD라인에 접속해서는 안 된다.

TX신호선과 공동 TXD 라인에 TX신호선을 접속 또는 단락시켜주는 개폐신호사이에는 S/W 또는 H/W에 의한 적절한 타이밍의 조절이 필요한데 일반적으로 소프트웨어에 의한 방법을 많이 사용한다. 다음은 TX신호선과 개폐신호사이에 필요한 전기적인 타이밍 신호이다.[4]

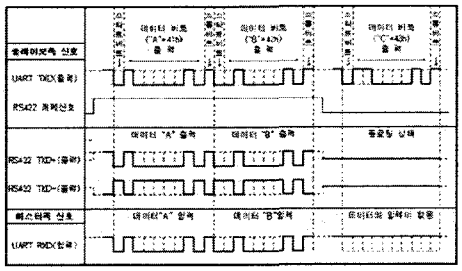


그림 4. TX신호선과 개폐신호사이에 필요한 전기적인 타이밍
fig4. The TX and Keying signal for electrical timing signal

우선 슬레이브가 마스터로 데이터를 출력하기전 먼저 개폐신호를 출력시켜야 한다. 즉, TXD 라인을 통해서 출력하는 첫 번째 데이터 "A"의 스타트비트가 출력되기 전에 RS422드라이버 칩이 개폐신호를 받고 접속되는데 걸리는 시간 이전에 개폐신호를 접속하는 상태로 출력시켜야만 한다.(Logic "1" 상태)

소프트웨어에서 먼저 RS422 개폐신호를 접속 상태로 출력시키고 난 후 TXD라인에 데이터를 출력시키며 TXD라인에 마지막 데이터의 스톱비트까지 출력되고 난 것을 확인 후 개폐 신호를 단락상태로 출력시키면 된다.( 위 그림에서 데이터 "B"의 스톱비트가 출력된 후 RS422 개폐신호가 단락상태로 전환되는 것을 볼 수 있다.)

또 RS422 개폐신호가 접속 상태일 때 슬레이브측의 RS422칩의 출력단인 TXD+ 와 TXD- 출력 단에 RS422

개폐신호가 단락 상태일 때 슬레이브측의 TXD+와 TXD- 출력 단이 플로팅(Hi-Z)상태가 되어 신호가 출력되지 않아 마스터 측의 UART RXD 입력 단에 아무 신호가 입력되지 않는 것을 알 수 있다. TXD+ 와 TXD- 신호는 공동 TXD라인에 접속 시 서로 반대의 상태로 출력되고 단락 시 동시에 플로팅 상태로 데이터의 입력이 없게 된다.

일반적으로 RS422 개폐신호는 RTS나 DTR 신호 중 하나를 사용하는데 여기서는 RTS신호를 사용한다. 그리고 TXD신호선을 S/W에 의해서 접속 또는 단락이 가능하지만 이 방법 대신 TXD신호선에서 데이터가 나올 때만 H/W가 이를 감지하여 자동으로 접속 또는 단락 동작을 자동으로 하게 함으로써 다른 S/W와의 호환성유지(Multi-drop 용의 S/W가 아닌 경우)에 유용한다.

## Ⅲ. PIC를 이용한 홈네트워크 구현

홈네트워크와 비슷한 환경을 구성하기 위해서 PIC를 이용하여 센스 및 모터를 제작하여 RS422 와 연결하였다. PIC는 현재 Microchip사에서 공급하는 칩으로 사용자가 특정한 목적에 맞게 프로그램하여 PIC 내부에 있는 메모리에 PIC라이터기를 이용하여 저장하여 사용하는 단일 칩이다[6][7].

즉, 위의 그림2에서 슬레이브 1,2,3 에 해당하는 부분이다. 다음은 PIC 내부 메모리에 저장되는 모터제어를 위한 소스이다.

```
/* PIC의 모터제어 프로그램 소스*/
#include <16F84A.h> // 해당 PIC을 위한 헤더 파일
#device *=8 adc=10
#use delay(clock=10000000)
#use RS232(baud=9600, parity=N, xmit=PIN_B4, rcv=PIN_B5)
#BYTE porta = 0x05
#BYTE portb = 0x06
#BYTE trisa = 0x85
#BYTE trisb = 0x86
char key_flag;
#int_ext
ext_isr(){
 delay_ms(0.1);    // 인터럽트 발생 시작과 함께 약간의 딜레이를 줌
 key=getc();       // 포트에서 인터럽트하여 문자를 받아옴
   if(key=='r') flag ='r';
   else if(key=='l') flag ='l';
   else if(key=='s') flag = 's';
}
void main() {
   int motor[4]={0xf1,0xf2,0xf4,0xf8};
   int i=0;
   set_tris_a(0x00);          // a포트는 모두 output
   set_tris_b(0xa1);          //b포트는 외부인터럽트를 사용할시 output
   ext_int_edge(0,H_TO_L);
  // '0' 일때 출력하면 H(high)=>low 시 하강 엣지에서 동작)
   enable_interrupts(int_ext);
   enable_interrupts(global);
   while(1){
         if(flag=='r') i++;
         else if(flag=='l') i--;
         else if(flag=='s') i=0;
         else ;
         porta=motor[i & 0x03];
         delay_ms(2);
   }
}
```

## Ⅳ. 홈네트워크 설계 및 구현

우선, 임베디드 시스템 개발환경을 위해 호스트에 Redhat9.0 리눅스 운영체제를 설치하고 타깃을 제어하기 위해서 필요한 MPC860 전용 S/W 와 Hardhat CDK 1.2 컴파일러를 설치하였다. NFS 서버를 동작시키기 위한 커널이미지를 제작하여 타깃에 탑재하였다. PIC를 이용하여 3개의 모터를 설계 제작하였고, RS422 시리얼 통신 장치로 임베디드 시스템과 PIC를 연결하였다.

이 때 임베디드 시스템은 RS232를 사용하고 있기 때문에 RS232/RS422 converter 이용하여 변환을 해 주어야 한다.

다음은 RS232/RS422 converter를 위한 결선도이다[8].

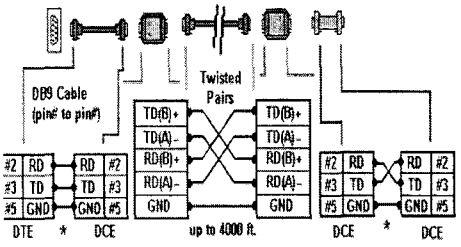
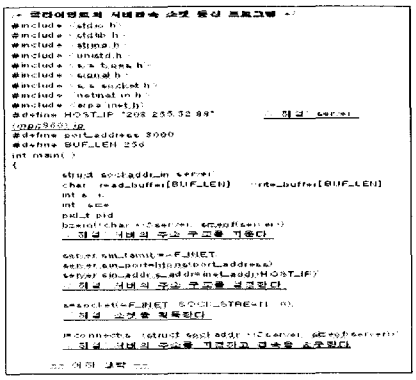
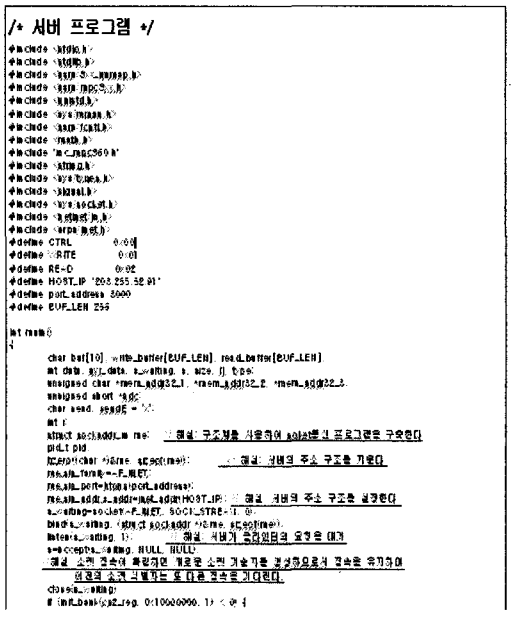



그림5. RS232/RS422 변환기
fig5. RS232/RS422 converter

앞에서 언급한 PIC를 이용하여 모터를 제작 설계하여 RS422와 연결하였다. 그리고 모터 제어를 위한 클라이언트 소켓 프로그램과 서버 프로그램 을 임베디드 시스템에 탑재하여 구현하였다.






## V. 결 론

이 연구에서는 임베디드 리눅스 시스템, PIC 그리고 RS422 시리얼 통신장치를 이용하여 홈 네트워크 환경을 구현하였다. 기존에 많이 사용해온 RS232를 이용할 경우 통신거리의 제한으로 인한 문제와, 병렬로 구현했을 때 생기는 기술적인 문제, 그리고 시스템이 복잡해짐으로 인해 생기는 비용 등의 문제점을 개선하기위하여 RS422 Multi-drop mode 방식을 채택하여 연구하였다.

모든 가전기기가 연결되어 있는 경우 이들 기기를 동시에 제어할 경우는 현실적으로 매우 드물다. 그렇지만 만약의 경우 모든 기기를 동시에 사용 할 경우를 배제할 수만은 없다.

본 연구에서는 단일 마스터로 다수의 슬레이브를 제어할 수 있는 RS422 multi-drop mode 방식을 채택하여 리눅스 임베디드를 통한 제어방식을 제시함으로 홈 네트워크의 소 규모화와 한정적인 인터페이스 거리제한을 극복시키는 대안과, 시스템을 간결하게 구현하여 자원의 낭비를 줄일수 있는 것을 실제 구현을 통하여 제시하였다.

현재 홈 네트워크를 위한 여러 가지 기술들이 많이 개발되었고 사용되고 있지만 아직까지는 표준화가 되어있지 않다. 그러한 이유로 통신업체, 가전 업체, 컴퓨터 업체, 네트워크 업체 및 보안 업체뿐만 아니라 건설 업체까지 포함된 산업 전 분야에 걸친 홈 네트워크 표준화 전쟁이 벌어지고 있다.

이 연구를 통해 향후 가전기기 제어를 위한 시리얼 통신의 표준화가 앞 당겨지기를 바란다.

## 참고문헌

[1] "홈 네트워크 기술", 한국멀티미디어학회지 5권 4호, pp.73 - 76, 2001

[2] 박세현, "원격 제어 모니터링 시스템을 위한 임베디드 리눅스 시스템의 다중 채널 직렬 장치 구현 ", 한국해양정보통신학회논문지 9권 5호, pp.1039 - 1040, 2005

[3] "임베디드 리눅스 기초에서 고급응용까지", 코어벨, pp.14 - 26

[4] http://my.dreamwiz.com/drshin/rs232_Tech01.htm

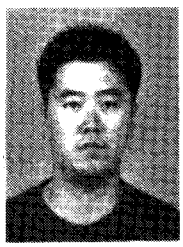
[5] http://www.bb-elec.com/tech_articles/rs422_485_app_note/overview.asp#top

[6] "PIC 원칩 마이크로 컴퓨터" http://www.microchip.com 인터넷 공개자료..

[7] "PIC 마이컴용 C언어 CCS-C 실전 가이드", 컴파일 테크놀리지.

[8] http://www.bb-elec.com/tech_articles/faq_422extend.asp

## 저자소개



**변필상(Byun Pil Sang)**

2004 경상대학교 정보통신공학과 공학사

2005 경상대학교 정보통신공학과 석사수료

※ 관심분야 : 홈 네트워크, 임베디드 시스템

**김덕진(Deok-jin Kim)**

1994 경일대학교 전자공학과 공학사
1996 경남대학교 전자공학과 공학석사
2005 경상대학교 정보통신공학과 박사과정

현 한국해양 연구소 남해연구소 연구원
※ 관심분야 : 초음파 수중통신, 정보통신

**김명환(Myeong Hwan Kim)**

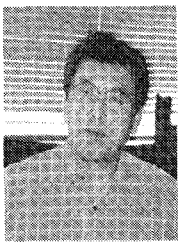
1999 진주산업대학교 전자공학과 공학사
2002 진주산업대학교 전자공학과 공학석사
2005 경상대학교 정보통신공학과 박사과정

현 재원엔지니어링 대표
※ 관심분야 : 홈 네트워크, 모바일 컴퓨팅

**박세현(Se Hyun Park)**

안동대학교 전자정보산업학부 전자공학전공 교수

※ 관심분야 : 마이크로프로세서, 임베디드시스템, 디지털시스템



**박연식(Yeoun Sik Park)**

1971년 광운대학교 무선통신공학과 공학사
1980년 건국대학교 행정대학원 행정학석사
1995년 경상대학교 전자계산학과 공학석사
1999년 해양대학교 전자통신공학과 공학박사
1979년~ 현 경상대학교 정보통신공학과 교수, 해양산업연구소 연구원
※ 관심분야 : 수중화사통신, 컴퓨터 네트워크