계측장비 제어를 위한 임베디드 디바이스 설계

김성수° 이성준 정경호 안광선
경북대학교 컴퓨터공학과
{ninny°, imggaibi, mccart, gsahn}@knu.ac.kr

Design of Embedded Device for Measuring Device Control

Sung-Soo Kim° Seong-Joon Lee Kyung-Ho Chung Gwang-Sun Ahn
Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

최근 계측장비 기술의 발전으로 계측장비의 정보를 공유하기 위한 제어기술은 매우 중요해지고 있다. 이와 관련하여 임베디드 시스템을 이용한 다양한 디바이스 설계 기술들이 연구되고 있다. 본 논문은 계측장비 제어를 위해 Text LCD 및 Keypad와 같은 임베디드 디바이스를 장착한 시스템을 설계하였고, 임베디드 시스템의 분석을 통하여 계측장비 설계에 최적화된 시스템을 연구한다. 또한 Ethernet상의 다른 시스템에서 클라이언트 프로그램을 통해 계측장비로부터 측정된 값을 확인할 수 있다.

1. 서 론

첨단 산업의 급속한 발전과 이에 요구되는 계측기술이 고속화, 고성능화, 디지털화, 네트워크화로 급변하고 있다. 산업구조도 전자화, 첨단화에 따라 자동계측제어시스템 기술의 확산추세에 있으며 관련 계측장비 기술도 발전해 나가고 있다. 한편 네트워크 기반의 계측장비 시스템 개발은 계측장비의 정보 공유를 위해서 반드시 필요하다[1].

본 논문은 계측장비 제어를 위해 Text LCD 및 Keypad와 같은 디바이스를 임베디드 시스템에 설계하고, 시스템 분석을 통하여 계측장비 설계에 있어 최적화된 시스템을 연구한다. 또한 Ethernet상의 다른 시스템에서 클라이언트 프로그램을 통해 계측장비로부터 측정된 값을 확인할 수 있다. 계측장비 제어를 위한 임베디드 디바이스 설계는 계측 시스템의 네트워크화 추세에 따라 원격지에서 네트워크를 통하여 계측장비를 원격제어 한다. 이로 인해 기업의 생산성 향상 및 프로세스의 개선과 원가절감을 가져올 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 시리얼 및 GPIO 통신에 관한 관련 연구에 대해서 알아보고 3장과 4장에서는 전체 시스템 구조와 임베디드 디바이스 구현에 대해 살펴본다. 그리고 5장에서는 구현에 따른 실험 수행결과에 대해 설명하고, 마지막으로 6장에서는 결론을 서술한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 계측장비 제어를 위한 계측장비의 기술 동향과 임베디드 디바이스 설계와 관련된 연구 분야를 소개한다.

2.1 계측장비

계측산업과 관련한 국내 산업구조는 기술 및 지식산업화가 크게 확산되고 있다. 디지털 멀티미터, 함수 발생기, 오실로스코프와 같은 계측장비는 전압, 전류, 저항 등의 전기적인 물리량을 측정하는 장치가 통합되어 있어 PC 중심의 제어시스템으로 발전되고 있다. 따라서 인터넷이 가능한 어느 곳에서든지 원격제어를 하는 것을 목표로 하고 있다. 임베디드 시스템을 계측장비 제어 시스템에 적용할 경우 네트워크를 통해 어디서나 테스트와 측정이 가능하다[2].

2.2 시리얼 통신

시리얼 통신은 데이터를 통신선을 통해 한번에 한 비트씩 보내고 받는 방식으로 일반적으로 컴퓨터 기기를 접속하는 방법이다. 이들 중 대표적인 것으로는 데이터를 시리얼(serial)로 전송하는 RS232C, RS422, RS485등이 있다. 예를 들어 CPU, HDD, FDD, VIDEO 등이 병렬 통신을 하고 있지만 모든 장비가 병렬 통신을 할 수는 없다. 병렬 통신의 경우 구현하기가 힘들고 비용이 고가이며, 거리도 제약을 받는다. 이에 반해서 시리얼(Serial) 통신은 구현하기가 쉽고, 비용이 적게 들며, 거리제한도 병렬 통신에 비해 제한이 적다. 본 논문에서 시리얼 통신을 이용하여 계측장비의 측정정보를 디스플레이하기 위한 LCD 모듈을 설계한다. 또한 계측 장비와의 통신으로 시리얼 통신이 사용된다[3].

2.3 GPIO 통신

GPIO(General Purpose I/O)란 여러 개로 이루어진 Port핀으로서 application의 특수 목적에 따라 input이나 혹은 output의 신호를 발생하거나 잡기를 원할 목적으로 사용된다. 전체 GPIO를 위한 GPIO핀이 존재하며 각각의 핀은 input이나 혹은 output으로 프로그램 되거나 혹은 인터럽트 소스로 사용될 수 있다. 모든 GPIO핀은

reset이 발생하면 모두 input으로 설정되며 바뀌기 전에는 그대로 input으로 남을 것이다. 본 논문에서 사용한 MPC860 Processor의 CPM(Communication Processor Module)의 경우 4개의 GPIO-port들을 지원하는데 A, B, C, D. 해당 I/O-port들 내의 각 핀은 하나의 GPIO핀 혹은 하나의 전용의 peripheral interface 핀으로 설정될 수 있다[4][5].

본 논문에서는 계측장비의 상태를 제어할 수 있는 입력 방법으로 Keypad 모듈을 사용하고, 이 모듈을 제어하기 위한 디바이스 드라이버를 설계한다.

3. 전체 시스템 구조

전체 시스템 구조는 그림 1과 같이 사용자가 시스템을 초기화한 후 검사할 대상을 계측장비를 통해서 측정한다. 그 후 LCD에 나타난 메뉴에 따라 Keypad를 누르게 되면 LCD 상에 계측장비로부터 측정된 값을 확인할 수 있다. 또한 Ethernet 상의 다른 시스템에서 클라이언트 프로그램을 통해 제어 명령을 내리게 되면 계측장비로부터 측정된 값을 클라이언트에서 확인할 수 있다.

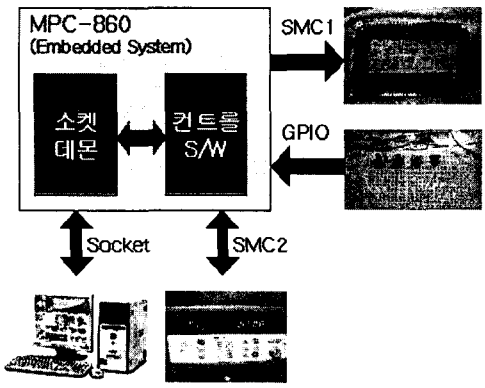

그림 1. 전체 시스템 구조

4. 임베디드 디바이스 설계

본 장에서는 계측장비 제어를 위한 임베디드 디바이스로서 LCD 모듈과 Keypad 모듈의 설계에 관해 서술한다.

4.1 Text LCD 모듈설계

계측장비를 임베디드 시스템으로 원격 제어하는데 있어서 LCD 모듈은 계측장비로부터 수신 데이터를 디스플레이 한다. 또한 계측장비로의 제어 명령을 내리는데 사용자에게 편리함을 가져다준다. 본 논문에 사용된 LCD 모듈은 시리얼 방식으로 제어할 수 있는 장치로서 기존의 LCD 모듈이 12가닥 정도의 많은 선과, 복잡한 제어 방식으로 동작하는데 비해 단 한 선으로 시리얼 방식의 데이터를 송신하여, LCD 상에 글자를 표현할 수 있다. 이것은 GND, 5V, RX선의 3선 인터페이스 방식을 사용하고 5V 레벨의 RS232C 프로토콜 사용하여 제어하며 위치 조정(LOCATE) 및 화면 클리어(CLS), 커서 관리(CSR ON, OFF)기능을 가지고 있다[3].

사용된 임베디드 시스템의 SMC(Serial management controllers)1 커넥터는 시리얼 인터페이스인 ttyS1 장치를 사용함으로 시스템간의 통신을 가능하도록 하며, SMC2 커넥터는 계측장비를 연결하여 원격제어가 가능하도록 설계했다. LCD 모듈을 이용하여 디스플레이 하는 문자와 각 동작에 관해서는 시리얼 디바이스를 이용한 어플리케이션 프로그램을 작성하였다. ELCD의 명령어 코드에 따른 형식대로 LCD의 상태를 초기화한 후 글자가 찍힐 표시 위치를 X축과 Y축을 지정하여 연속으로 코딩하였고 그림 2에서 display함수 내의 a1의 경우 표시 위치를 나타내며 0과 3은 X축과 Y축 좌표를 보여주고 있다.

```
void display()
{
    cursor();
    .....
    sprintf(out, "%c3.CURRENT DC%c", 0xa2,0);
    write(fd,out,14);
    usleep(5000);
    sprintf(out, "%c%c%c", 0xa1,0,3);
    write(fd,out,3);
    sprintf(out, "%c4.OHM%c", 0xa2,0);
    write(fd,out,7);
}
```

그림 2. LCD 메뉴설계를 위한 코드

4.2 Keypad 모듈설계

본 논문에서 사용한 임베디드 시스템(MPC860)의 PA 0~PA3 관련 레지스트와 메모리 주소는 다음과 같으며, 이를 바탕으로 GPIO(General Purpose Input Output)를 이용한 디바이스 드라이버를 설계한다[4][5].

가. 현재 보드에 설정되어 있는 레지스터
  (1) IMMR Register Address : 0xff00_0000
  (2) PADIR Register Address : IMMR + 0x950
  (3) PAPAR Register Address : IMMR + 0x952
  (4) PAODR Register Address : IMMR + 0x954
  (5) PADAT Register Address : IMMR + 0x956
  (6) PAPAR(Port A Pin Assignment Register)

나. 일반적인 I/O로 동작하도록 설정
```
PAPAR := 0;
writeb( ch &= ~0x00,(0xff000000 + 0x952) );
```

다. 입출력 방향이 입력이 되도록 결정
```
PADIR(Port A Data Direction Register)
PADIR:=0;
writeb( ch &= ~0x00,(0xff000000 + 0x950) );
```

라. Open Drain I/O로 동작하지 않도록 설정
```
PAODR(Port A Open-Drain Register)
PAODR:=0;
writeb( ch &= ~0x00,(0xff000000 + 0x954) );
```

마. 원하는 값을 입력
```
PADAT(Port A Data Register)
ch = readb(0xff000000+0x956);
```

그림 3은 디바이스 드라이버의 소스 코드 일부를 나타내고 있다.

```
static ssize_t schar_read(struct file *file, char *buf,
size_t count, loff_t *offset)
{
.....
  ch = readb(0xff000000+0x952);
  writeb( ch &= ~0x00,(0xff000000 + 0x952) );

  ch = readb(0xff000000+0x950);
  writeb( ch &= ~0x00,(0xff000000 + 0x950) );

  ch = readb(0xff000000+0x954);
  writeb( ch &= ~0x00,(0xff000000 + 0x954) );

  keybutton = readb(0xff000000+0x956);

  if(keybutton == 0x10 | keybutton == 0x1c |
keybutton == 0x14 | keybutton == 0x18){
        printk(" keypad = 1₩n");
        message='1';
        copy_to_user(buf,&message,1);
  }
.....
```

그림 3. GPIO 드바이스 드라이버

5. 실험 및 결과

본 논문에서는 임베디드 시스템을 중심으로 Text LCD, Keypad 및 통신 모듈을 각각 개발하여 임베디드 디바이스를 설계하였다[6][7]. 설계된 임베디드 시스템의 모습은 아래 그림 4와 같다.

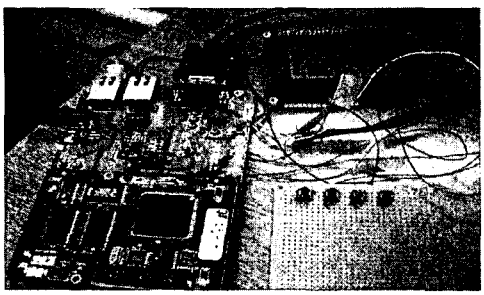

그림 4. 설계된 임베디드 시스템 모습

실험에 사용된 계측장비는 HP34401A 디지털 멀티미터를 사용하여 실험하였다. 먼저 임베디드 시스템을 초기화한 후 검사할 대상을 계측장비를 통해서 측정한다. 그 후 LCD에 나타난 메뉴에 따라 Keypad를 누르게 되면 LCD상에 계측장비로부터 측정된 값을 확인할 수 있다. 또한 그림 5-(a)는 Ethernet 상의 다른 시스템에서 연결된 모습을 나타내며, 그림 5-(b)는 클라이언트 프로그램을 통해 제어를 하여 계측장비로부터 측정된 값을 Web상의 클라이언트 화면에 나타낸다[8].

그림 5-(a). 연결된 Device

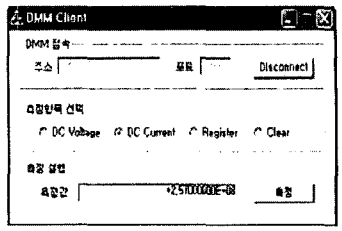

그림 5-(b). Web상의 클라이언트 화면

6. 결론

본 논문에서는 임베디드 시스템을 사용하여 계측장비를 제어할 수 있는 임베디드 디바이스를 설계하였다. 임베디드 시스템을 이용하여 계측장비를 제어할 경우 인터넷이 가능한 어느 곳에서든지 원격제어가 가능하다. 또한 Text LCD 및 Keypad와 같은 임베디드 디바이스를 통해 쉽게 계측장비를 제어할 수 있다. 이를 위해 시리얼 통신과 GPIO 통신을 이용하여 임베디드 디바이스를 구현하였고, Ethernet상의 다른 시스템에서 클라이언트 프로그램을 통해 계측장비로부터 측정된 값을 확인할 수 있었다.

산업장비 제어에 있어 PC를 이용한 산업장비 제어가 임베디드 시스템으로 대체되어 가고 있으며, 운영체제를 통한 통합 환경 하에서의 산업시스템의 제어가 매우 필요하다. 따라서 계측장비 제어를 위한 임베디드 디바이스 설계는 계측장비 통합 원격제어 시스템을 구축하는데 있어 밑바탕이 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

[1] 월간자동제어계측, 국내외 계측기기 산업 동향과 발전전망, Jan. 2003.
[2] Christopher D. Leidigh, "Web Based Management of Network Devices", *ESnet Site Coordinating Committee 2001*, No. 204, Chicago, pp. 32-40, 2001.
[3] Peter H. Baumann, The Linux Serial Programming HOWTO, Jan. 1998
[4] Alessandro Rubini외 1인, *Linux Device Drivers, 2nd Edition*, O'Reilly Press, 2001.
[5] Motorola Inc, MPC860 PowerQUICC User's Manual, 1998.
[6] Karim Yaghmour, *Building Embedded LINUX Systems*, O'Reilly Press, 2003.
[7] John Catsoulis, Designing Embedded Hardware, O'Reilly Press, Nov. 2002.
[8] 윤성우, TCP/IP 소켓 프로그래밍 Aug. 2003.