

임베디드 시스템을 이용한 계측장비 제어에 관한 연구

서정훈^o 정경호 안광선
경북대학교 컴퓨터공학과
{sejh08^o, mccart, gsahn}@knu.ac.kr

A Study on Measuring Device Control Using Embedded System

Jung-Hun Suh^o Kyung-Ho Chung Gwang-Sun Ahn
Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

현재 계측 산업은 자동화와 연계된 모듈화, 디지털화, 네트워크화가 되어가는 가운데 국내의 보드 시험 방법의 경우 수 작업에 의존한 방식으로 품질 및 생산성 문제가 많이 발생하고 있다. 이를 위하여 계측장비의 통합 검사 시스템이 필요하다. 본 논문은 임베디드 시스템을 이용한 계측장비 제어에 관한 연구가 이루어졌고, 디지털 멀티미터를 중심으로 계측장비 제어 모듈을 설계하였다. 이를 검증하기 위해 임베디드 웹 서버를 이용하여 웹 브라우저를 통해 원격 제어하였다. 향후 다양한 계측 장비를 동시에 통합 관리할 수 있는 연구가 필요하다.

1. 서 론

현재 계측장비는 산업의 고도화에 맞춰 모듈화, 디지털화, 고속화, 네트워크화 되어가면서 자동화와 연계된 계측시스템으로 전환되는 추세이다. 이와 관련해 계측장비 제어 기술은 광기술 확대와 네트워크에 힘입어 계측장비에 컴퓨터와 통신을 부가하고 상품개발에서부터 생산, 품질관리에 이르기까지 계측장비의 정보를 공유하는 형태로 발전해가고 있다.

국내의 중소기업에서 사용하는 보드 시험 방법의 경우 수 작업에 의존한 방식으로 품질 및 생산성 문제가 많이 발생하고 있다. 이를 해결하기 위하여 사용자의 편리성을 고려한 계측장비 및 소프트웨어가 절실히 필요하다. 임베디드 시스템 역시 초기에 간단한 제어프로그램만으로 산업용 기기를 제어하는데 그쳤으나, 최근에는 멀티미디어와 같은 복잡한 기능을 처리하는 기술로 발전하여 기술 집약적 고부가가치를 만들 수 있다[1].

본 논문에서는 계측 장비를 임베디드 시스템을 이용하여 제어하여 계측 장비의 지능화를 실현하고자 한다. 임베디드 시스템은 마이크로 프로세서가 내장되어 특정한 기능을 수행할 수 있으며 리눅스 운영체제를 통해 구성 자체가 유연한 소스코드로서 모듈형태의 개발이 용이하다. 본 연구는 계측 장비 제어를 위한 디바이스 모듈을 설계하고 유무선 네트워크를 통한 웹 기반 하에 제어하여 결과를 확인한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 계측장비 제어와 관련된 검사 시스템의 연구동향과 임베디드 시스템을 이용한 국내의 연구에 대해서 알아보고 3장에서는 본 논문에서 설계한 시스템의 구조와 임베디드 디바이스 모듈에 대해서 기술한다. 4장에서는 설계한 모듈의 수행 결과를 살펴보고 마지막으로 결론 및 향후 연구과제에 대해서 서술한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 계측 장비 제어와 관련된 검사 시스템과

임베디드 시스템을 이용한 계측 장비 제어에 대해 국내외 연구 동향을 소개한다.

2.1 계측 장비 검사 시스템

계측산업과 관련한 국내 산업구조는 기술 및 지식산업화가 크게 진전되고, 수출구조 역시 첨단기술 및 지식산업 위주로 더욱 고도화되고 있다. 하지만 제품의 단기적인 납기 및 시스템 통합에 관한 요구 사항이 복잡화되는 가운데, 외국의 검사-시험 관련 장비 업체들은 고객의 요구 사항을 빠른 시간 내에 만족 시켜주지 못하고 있다. 대부분의 국내 업체의 경우 검사-시험 장비는 단독 기기로 생산되며, 점차 PC 중심의 제어시스템으로 발전되고 있다[2].

통합 관리 기술과 관련하여 국내에는 실시간 제품, 검사정보, 통합관리기술개발, 실시간 데이터 수집 검사 정보시스템을 위한 기술 개발이나 공장 자동화를 위한 CELL 컨트롤러의 운영기법, 단위 공정별 자동화된 제조기업의 통합 운영시스템 같은 몇몇의 연구가 이루어지고 있지만, 통합 검사 시스템을 구축하기에 많은 비용과 노력이 소요된다. 국내의 중소기업 등에서 사용하는 보드 시험 방법의 경우 수 작업에 의존한 방식으로 품질 및 생산성 문제가 많이 발생하고 있다. 임베디드 시스템을 이용한 계측장비 제어 기술은 이러한 통합 검사 시스템의 구축에 있어 중요한 부분이라고 할 수 있다.

2.2 임베디드 리눅스 시스템

Windows CE, VxWorks, uClinux등의 임베디드 운영체제에 비해 리눅스가 주목받는 이유는 모든 소스가 공개되어 있고 GNU개발도구를 이용하여 커널을 포함한 다른 응용 개발이 가능하고 이식성이 뛰어나기 때문이다. 이와 같이 임베디드 시스템은 다양한 점에서 주목받고 있으나 메인 메모리와 파일 시스템 기술, 전원문제와 같은 제약을 가지고 있다. 이러한 부분은 내장형 시스템의 설계와 응용 프로그램 제작시에 많이 고려되어야 할 사항이며 임베디드 리눅스 시스템을 구현하는데 있어 교차개발환경(Cross Development Environment)을 이용하

여 자원한계를 극복할 수 있다. 교차 개발환경은 부트로더와 유기적으로 작용하여 하드웨어의 초기화, 커널 이미지 다운로드, 플래시 메모리 기록 등의 작업을 한다[3].

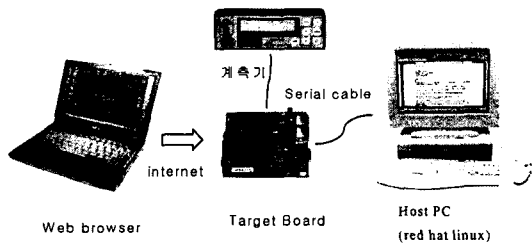


그림 1 임베디드 리눅스 개발 환경

2.3 임베디드 시스템을 이용한 계측 장비 검사 시스템

제품의 개발과 생산을 위한 동시공학(CE: Concurrent Engineering) 분야는 상당히 발전되어 있으나 검사-시험을 고려한 동시공학 분야는 이론에 비해 현실적으로 적용하기가 매우 어렵다. 임베디드 시스템을 적용한 계측기 검사 시스템은 이러한 동시 공학을 바탕으로 하여 시스템 구축이 가능하다. 외국의 경우 National Instrument와 Agilent와 같은 계측 전문 회사는 임베디드 시스템을 적용한 검사 시스템을 개발하였으며 관련 각 업체들은 임베디드 시스템의 컨소시엄을 결성하여 제어계측기의 지능화를 추진하고 있다. 또한 미국의 검사 계측 통신을 위한 분산 시스템을 개발하는 NetAcquire는 NetAcquire 임베디드 웹 서버를 통해 웹 브라우저를 사용하고 있는 네트워크에서 어디서나 테스트와 측정 응용이 편리한 시스템을 개발하고 있다[4].

3. 본 론

본 장에서는 계측 장비 제어와 관련한 전체 시스템의 구조와 제어를 위한 계측장비로서 디지털 멀티미터를 중심으로 임베디드 시스템의 제어 모듈을 소개한다.

3.1 전체 시스템의 구조

그림 2는 임베디드 시스템을 이용한 계측장비 제어에 관한 개략적인 구조를 나타낸다.

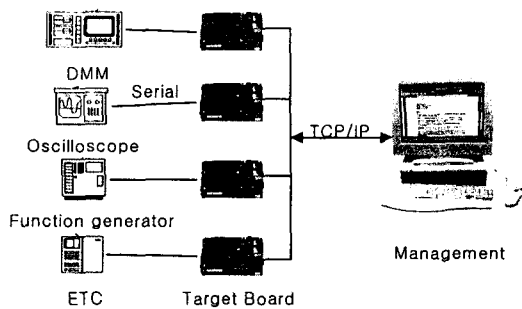


그림 2 전체 시스템 구조

각 계측 장비는 디지털 멀티미터(Digital Multimeter), 오실로스코프(Oscilloscope), 함수 생성기(Function Generator)

등을 포함한 다양한 계측장비가 제어 대상이 되며 시리얼 통신 라인을 통하여 임베디드 시스템과 연결된다. 임베디드 시스템은 계측 장비의 데이터 수집 및 제어 시스템 개발에 있어 중요한 역할을 담당한다. 또한 이 시스템에서 사용되는 제어 모듈은 특정 제어 장비 인터페이스를 제어하기 위한 장치 드라이버를 포함한다.

본 시스템 구조에서 각 계측장비 드라이버를 통해서 측정되는 항목들은 Management 컴퓨터에서 검사 내용이 모니터링 되어 전체적으로 관리한다. 또한 네트워크를 통해 웹 기반 하에서 계측 장비에 컴퓨터와 통신을 부가함으로써 광역 계측이 편리하고 계측 제어의 시간과 장소 제약이 없다.

본 논문에서 제시한 연구는 임베디드 시스템을 이용하여 계측 장비를 제어하고 네트워크에 의해 원격 제어와 모니터링이 가능하다. 이는 통합 검사 시스템 구축의 근간이 되어 개발과 동시에 제조공정에 필요한 검사-시험 관련 자료를 신속히 제공할 수 있고 각 부서간의 정보 공유가 원활히 이루어질 수 있다.

3.2 계측 장비

계측장비는 전압, 전류, 저항 등의 전기적인 물리량을 측정하는 장치가 통합되어 있어, 여러 가지 전기신호에 대하여 그 크기는 물론 시간에 따라 변하는 경우 반복성의 여부, 위상관계 등을 감지할 수 있다. 본 논문에서는 계측장비 제어를 위하여 디지털 멀티미터(Digital Multimeter)를 중심으로 임베디드 시스템의 제어 모듈을 설계한다. 디지털 멀티미터는 저항, 전압, 전류 등의 전기적인 물리량을 측정하는 장치가 통합되어 있으며, 아날로그 멀티미터보다 사용의 편리성을 더하였다. 멀티미터로 전기량을 측정하고자 할 때는 측정하고자 하는 양을 먼저 선택하고 이후에 측정하고자 하는 회로와 연결한다. 표 1은 디지털 멀티미터를 통하여 수집된 자료를 나타낸다[5].

표 1 디지털 멀티미터 측정 데이터

측정자료	설명
전압	부하에 병렬로 연결된 상태에서 전압범위를 지정하여 측정
전류	전류계와 부하가 직렬로 연결된 상태에서 측정
저항	일정한 전압을 가한 회로에서 어떤 전류가 감지되었다면 옴의 법칙으로부터 저항이 얼마인지 측정

3.3 임베디드 시스템 제어 모듈

본 논문에서 사용되는 임베디드 시스템은 특정 기능을 수행하기 위한 하드웨어를 설계하고 리눅스 운영체제를 바탕으로 커널을 재구성 한다. 시스템은 교차개발 환경을 통해 호스트PC에서 개발한다. 또한 부트로더를 이용해서 타겟 보드로 전송하고 리눅스 커널 모듈 형태로 구현 한다. 표 2는 계측장비 제어 모듈 개발을 위한 임베디드 하드웨어 구성을 나타낸다[6].

본 논문에서는 계측 장비를 하나의 장치라 생각하고 임베디드 리눅스 시스템에서 구동시키기 위해서 계측 장

표 2 임베디드 하드웨어 구성

구분	기능	구성
CPU	CPU	MPC860 CPU
Memory	SDRAM	16Mbytes 32-bit SDRAM
	Flash ROM	4Mbytes 16-bit Flash ROM
Interface	EEPROM	8Kbytes Serial EEPROM
	Ethernet	10 Base-T Ethernet Port

비와 시스템간의 디바이스 드라이버를 구현한다. 리눅스 커널(Kernel)은 하나의 커널에 필요한 모든 기능이 통합되어 있는 모노리딕(Monolithic)커널 형태이지만 제한적으로 작은 서버 모듈로 나누어진 마이크로(Micro) 커널 형태의 모듈을 사용하고 있다. 그림 3과 같이 계측 장비를 제어하는 디바이스 드라이버의 경우 모듈 형태로 개발하여 시스템 변경에도 커널을 다시 컴파일 해야하는 불편을 없앴고 커널 실행 도중에 로딩 가능한 동적 방식의 모듈로 구현하여 커널 코드의 확장과 재사용의 한계를 극복한다.

본 논문의 디바이스 드라이버의 경우 인터럽트를 사용하여 입출력을 요청한다. 프로세스가 I/O요청을 보내면 커널에 있는 디바이스 드라이버가 해당 디바이스의 현재 상태를 살펴보고, 사용 가능하다면 I/O연산을 수행하게 된다. 이 때 I/O를 요청했던 프로세스는 디바이스가 I/O 작업을 수행할 동안 TASK_INTERRUPTIBLE 상태로 대기하며 디바이스가 필요한 작업을 끝내고 IRQ를 통해 CPU에게 인터럽트를 건다[7].

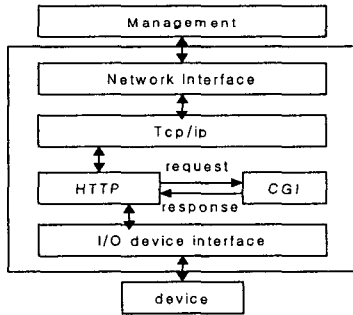


그림 3 설계한 디바이스 모듈의 구조

4. 실험 결과

실험은 그림4와 같이 임베디드 시스템에 임베디드 웹 서버를 이식하여 CGI를 통해 동작을 확인한다. 임베디드 웹 서버는 웹 페이지를 통하여 TCP모듈로부터 웹 서버가 사용하는 포트 번호로 수신된 요청 메시지를 HTTP 핸들러가 전달받는다. GET메소드일 경우 요청 파일을 전송하며 CGI요청이 전송되면 웹 서버는 해당 CGI태스크를 실행시켜 계측장비의 동작을 검사할 수 있다. 여기서 동작하는 계측장비를 통합 검사 시스템의 일부분이라고 할 때 간단한 보드만으로 인터넷 접속을 통하여 동작하는 여러 계측기들을 모니터링 하고 제어하는데 응용 될 수 있음을 의미한다[8].

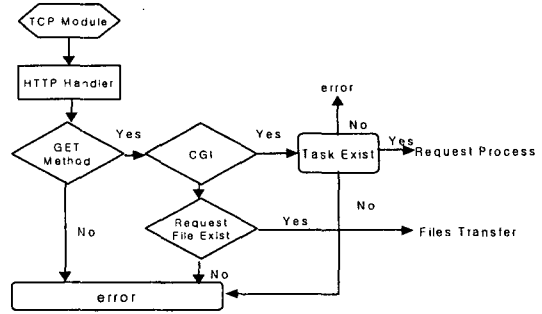


그림 4 임베디드 웹서버를 통한 CGI 동작

그림 5는 디지털 멀티미터 계측 장비의 측정값을 임베디드 웹 서버를 통해 Management상의 화면에 보여주며 하위 +729mV, 상위 +891mV의 허용범위에서 +500mV라는 현재 값이 측정되었다. 측정된 항목들은 Management 컴퓨터에서 모니터링 되어 전체적으로 관리할 수 있다.

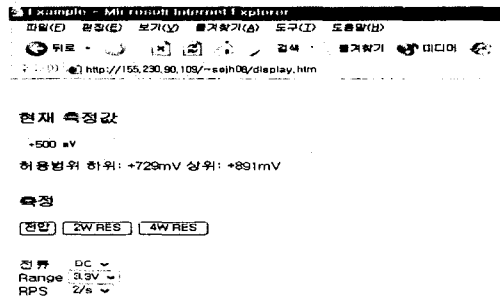


그림 5 계측장비 동작화면

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 임베디드 시스템을 이용한 계측 장비 제어 시스템을 제안하였다. 이를 위해 디지털 멀티미터를 중심으로 계측장비 제어 모듈을 설계하였고, 임베디드 시스템을 이용하여 네트워크에 의해 원격 제어와 모니터링이 이루어졌다. 실험 결과 임베디드 웹 서버를 통해 CGI를 구현하여 동작을 확인하였다. 향후 다양한 계측 장비를 동시에 통합 관리 할 수 있는 시스템의 연구가 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] 산업자원부, “국내 외 계측기 산업의 현황”, 월간 계장기술, 2001년 11월.
- [2] 한국산업기술평가원, “첨단센서 및 계측기기 개발에 관한 산업 분석”, 2001년 10월, <http://www.itep.re.kr>
- [3] John Lombardo “Embedded Linux”, pp38~61, June 2002
- [4] NetAcquire Corporation, <http://www.realtimcint.com/>
- [5] 홍선학, “제어계측공학”, 성안당, 2002년 8월
- [6] Motorola, “MPC860 User’s Manual”, 1998
- [7] Alessandro Rubini, “Linux Device Drivers”, O’Reilly, Feb, 1998
- [8] Jacqueline D. Hamilton, “CGI Programming”, Indigo Storm Designs, Feb, 2000