

핸드헬드 디바이스와 레고 블럭을 활용한 무선 자동화 공장 시뮬레이터 설계 및 구현¹⁾

김홍규⁰, 문승진
수원대학교 정보공학대학 컴퓨터학과
{exxxfx⁰, sjmoon}@suwon.ac.kr

An Design and Implementation of a Simulator for Wireless factory automation Using Hand-Held Devices and Lego Blocks

Hong-Kyu Kim⁰ Seung-Jin Moon
Dept. of Computer Science, The University of Suwon

요 약

본 연구는 핸드헬드 디바이스와 레고 블럭을 이용하여 공장의 무인화와 실시간제 탕지, 실시간 원격 제어를 위한 무선기반의 자동화 공장을 위한 시뮬레이터 구현을 목표로 하였다. 이를 위해, PDA와 무선랜 기술을 이용하여 무선 공장 자동화모형을 시뮬레이션 하였으며, 원거리에서도 탕지 및 제어를 할 수 있으며 또한 발생되는 문제점을 미리 파악하고, 보다 정확한 공정관리 및 제어를 위해 시뮬레이션 모형을 설계 및 구현하였다. 향후, 이는 임베디드 리눅스뿐 아니라 WinCE 를 탑재한 휴대폰에서도 공정제어, 모니터링 등의 제어가 가능할 것으로 예측된다.

1. 서 론

공장자동화의 무인화와 실시간탐지, 실시간제어 그리고 무선통신기술이 보급됨에 따라, 원거리에서 보다 정확하고 신속하며 대량 생산이 가능한 자동화기기를 설계하고 테스트 하고 있으며 이들 대부분의 시스템은 내장형 실시간 시스템을 채택하고 있다.

초기의 공장자동화 시스템은 운영체제 없이 단순한 하드웨어의 구성이나 소프트웨어로 간단한 작업만 가능하였으나, 고성능의 프로세서와 각종 센서의 발전으로 보다 많은 능력을 요구 하는 자동화 시스템과 완전 무인화 시스템으로 발전하면서 보다 정확한 작업 공정 관리를 위해 많은 센서와 하드웨어컨트롤러가 발전 되어 내장형 실시간 운영체제의 구성이 일반화 되었다.

본 논문에서는 제어보드와 산업용 PC(WAFER-6820-Low Power Transmeta TM5400 - 이하 EB-1810), Intel Xscale PXA-255 Processor가 내장된 보드(이하, 하이버스)를 사용하여 기계제어 및 실시간 모니터링 과정을 무선으로 구현하고자 한다.

2. 관련연구

2.1 실시간 임베디드 리눅스

실시간 시스템은 기존의 컴퓨터 시스템과 달리 시스템 동작의 정확성이 논리적 정확성뿐만 아니라 시간적 정확성에서도 좌우되는 시스템을 말한다. 이러한 실시간 시스템의 전형적인 예로서 제어시스템을 들 수 있다. 제어 시스템은 감지장치(sensor)로부터 입력을 받아들여 이를 정해진 시간 내에 처리하여 작동장치(actuator)로 출력하며 극히 작은 시간적 오차를 허용한다.[1]

실시간성이 부여된 임베디드 리눅스로는 Window CE, pSoS, VxWorks, uC/OS, QNX이 있지만, 크기가 커서 커널의 재구성이 쉽지 않고, 상용 임베디드 운영체제이기 때문에 라이선스가 비싸다.[2] 본 논문에서 주로 다루는 RTLinux 3.x는 매우 간단한 구조이기 때문에 기존 리눅스프로그래머들이 쉽게 접근할 수 있고 실시간 기능이 필요한 부분만 RT task로 구현하고 나머지는 리눅스 상에서 동작하므로 안정적이고, 디버깅이 용이하다.[3]

2.2 산업용PC

EB-1810[4]은 제어보드에서 센서 제어 및 감지 신호를 TM5400의 I/O인터페이스 보드에서 신호 처리 하며 RTLinux의 RT task로 선정 처리하여 무선랜(Wi-Fi/802.11b)을 사용하여 전송 한다.

2.3 제어보드

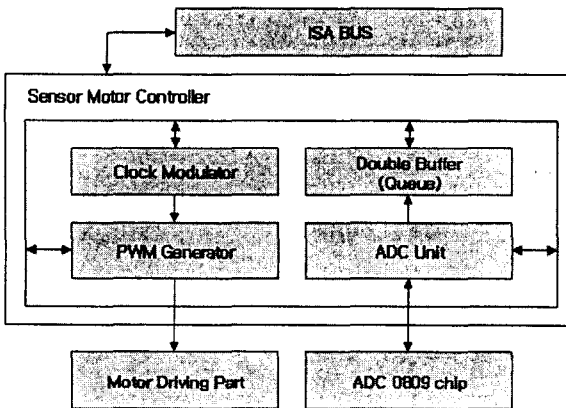
제어보드는 EB-1810의 I/O보드에 데이터와 명령을 주거나 받고 메인메모리나 CPU의 전송 또한 Flex10k

1) 본 연구는 (주)이디지콤과 제2차 과학원 원소사업 공동연구 결과의 일부를 포함함.

FPGA칩이 담당하며 Flex10k FPGA칩은 사용목적에 맞게 최적화할 수 있기 때문에 특정 시스템이나 장치의 Prototype 개발에 매우 뛰어난 환경을 제공해준다.

제어보드의 기능 구현은 VHDL(Very high speed integrated circuit Hardware Description Language)로 작성하였으며 ADC 0809 제어, 8개의 Actuator제어, 메인메모리로 센서데이터를 DMA전송, CPU의 Read/Write 명령에 대한 처리 루틴 및 데이터 전송 등의 기능이 있다.

[그림 1.]은 VHDL로 작성된 코드는 센서 Motor Controller, Flex10k칩에 들어간 기능들을 나타낸다. 외부 회로는 크게 ISA Bus, ADC 0809, Motor(Actuator) Board가 있고, 외부 회로와 직접 연계된 부분은 센서 Motor Controller모듈이다. 이 모듈이 외부에서 들어오는 데이터를 받아서 해당 작업 모듈에 넘겨주거나, 내부 모듈의 데이터를 외부로 전달하는 일을 한다.[5]



<그림 1. P38 Flex10k칩 구조도>

2.4 무선랜

무선랜이란 기존 유선랜(Wired LAN)을 대체, 또는 확장한 유연한 데이터 통신 시스템으로 무선주파수(Radio Frequency)기술을 이용하여 유선망 없이도 데이터를 주고받을 수 있는 기능을 제공한다. 즉, 유선망에 구속됨이 없이 이더넷(Ethernet)이나 토큰링(tokening)과 같은 전통적인 랜기술의 모든 이점과 기능을 그대로 제공한다.[6][7]

다른 무선기술과 차별화 되는 무선랜 시스템의 특징으로는 일반 이동전화 단말기가 발산 하는 전력보다 낮은 저전력(low power)사용, 전세계적으로 인정된 비면허 주파수대역(licence-free radio)의 사용, 신호간섭이 존재하는 곳에서도 매우 수신강도가 매우 강한 속성을 가지는 대역확산기술(spread spectrum techniques)을 이용한

다.[6]

3. 무선 자동화 공장 시뮬레이터 설계 및 구현

3.1 개발환경

3.1.1 개발환경 및 도구

제어시스템과 기계음체로는 이지뉴텍(주) [7]에서 제공하는 ICP Electronics Inc의 EB-1810과 Lego Dacta를 기반으로 다음과 같은 환경도구를 사용하였다.

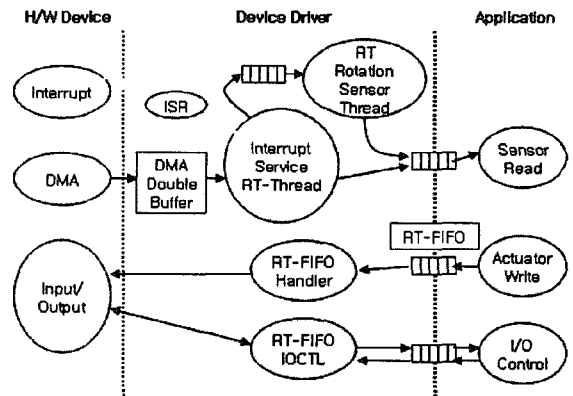
- SAIB(Sensor&Actuator Interface Board)
- Linux RedHat 7.3 - valhalla
- Kernel version - 2.4.4
- RTLinux Kernel version 3.1
- Device Driver(제공)
- Wireless CF Card with Prism2_cs

무선 실시간 모니터링과 제어는 하이버스(주) [8] X-Hyper 255B를 기반으로 다음과 같은 환경과 도구들을 사용하였다.

- RedHat Linux version 9.0
- linux-2.4.20.tar.gz
- GNU tools version 2.96 (cross compiler)
- Qt/Embedded version 2.3.0

3.1.2 개발환경 구성도

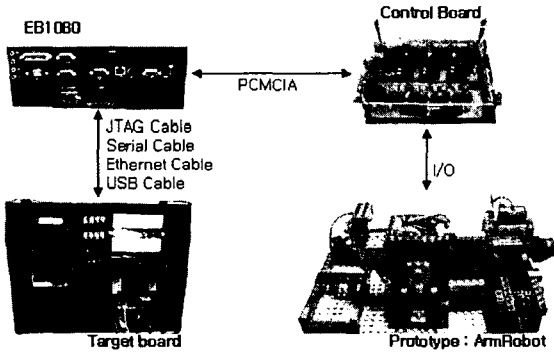
첫 번째로 제어시스템 본체에 리눅스 커널을 올린 후 RTLinux를 재 컴파일 하여 제어시스템을 만든다. 제어시스템은 Robot prototype의 센서 값이나 제어 값을 처리하기 위하여 API Device Driver를 사용하였고 이 Device Driver의 기능은 [그림 2.] 과 같다.



<그림 2. Lego Control Device Driver 기능구조도>

두 번째는 제어시스템에서 발생되어진 값을 모니터링하거나 직접제어 하기 위해 타겟보드(하이버스)와 호스

트PC(EB-1810)간에 JTAG Cable, Serial Cable, Ethernet cross cable, USB Cable로 연결되어 진다. 여기서 호스트PC는 제어시스템의 Linux RedHat 7.3 - valhalla을 이용하였다.



<그림 3. 개발환경 구성도>

EB-1080은 [그림 3.]에서와 같이 두 가지 역할을 담당한다. 첫 번째 역할은 prototype모델과 Control Board와의 제어, 모니터링 프로그래밍하며 두 번째 역할은 타겟보드와 통신 및 프로그래밍을 위한 호스트PC역할을 하게 된다.

3.2 시뮬레이터 설계

3.2.1 제어시스템과 기계용체

제어시스템 EB-1810에 CF Type의 무선랜카드가 RTLinux 환경에서 동작할 수 있도록 PCMCIA와 Wireless LAN Support소스를 수정하고 컴파일 옵션을 변경시켜 준 후 AP와 통신이 되는지 확인한다. 또한 기계용체로부터 제어보드를 거쳐 센서 값이나, 제어 변경 값을 적용하여 판독할 수 있도록 Device Driver를 설치한다.

기계용체는 총 6개의 Actuator(모터3개, 램프3개)와 4개의 Sensor(터치, 광센서, 회전센서 2개)를 제어와 연결하였다. 기계용체에는 컨베이어 벨트를 움직이는 모터, 불량부품 검출하는 광센서, 검출된 부품을 집는 모터, 물체확인을 위한 터치센서, 몸을 움직여 이동하는 모터와 각 상황을 눈으로 확인하는 램프3개를 붙였다.

3.2.2 실시간 모니터링과 컨트롤 제어

제어시스템의 내용을 모니터링 하거나 제어하기 위하여 하이버스를 이용하였고, 하이버스에는 리눅스 소스 arm용 및 Xscale PXA-255용으로 패치하고, PCMCIA용 무선 랜 설정을 한 후, JTag cable를 이용해 Bootloader를 올리고 이더넷을 통해서 패치한 커널 이미지를 하이버스에 올린 후 AP와 통신이 되는지 확인한다.

3.3 시뮬레이터 구현

구현된 시스템의 기능은 다음과 같다. 첫 번째는 하이버스를 이용하여 제어시스템의 내용을 실시간으로 모니터링 하거나 제어하는 부분이고, 두 번째는 모니터링 데이터나 제어 데이터를 무선 랜카드를 통해서 제어시스템으로 보내고, 세 번째는 무선 랜카드를 통해서 들어온 제어신호를 Device Driver의 규약에 맞게 변환하여 Lego prototype을 동작하는 부분이다.

하이버스의 모니터링과 제어하기 위해 지속적으로 제어시스템에 정보를 받거나 주고 각 제어 정보나 변경된 모니터링 정보가 있을 경우 하이버스의 LCD창에 표현되거나 제어할 경우 LCD를 터치할 하게 된다.

제어시스템의 무선 랜카드에 신호가 들어오거나 나가는 되면 각 Device Driver에 명령을 전달 호출하게 되고, I/O보드는 이 명령 신호를 제어보드에 전달하여 센서를 제어 하게 된다. 이 과정은 역순으로도 진행될 수 있으므로 양방향 통신 과정이 중요하다.

4. 결론 및 향후 연구 과제

공장제어에 중요한 실시간성이 포함되어 있는 RTLinux를 사용하여 제작하였으나 RTLinux의 특징상 보다 정확한 값을 추출하거나 쓰레딩 기법을 적용 할 수 없었다. 또한 센서 Device Driver의 정확한 Sensing을 할 수 없었으며, 향후 정확한 Sensing값을 추출하거나 제어하기 위해 Device Driver의 개선이 필요하고, RTLinux의 얼터 쓰레딩을 좀 더 정확하게 수정할 필요가 있다. 또한, 무선 랜과의 원활한 데이터 전송과 신뢰도를 향상시키기 위한 노력이 필요할 것으로 보인다.

향후 PDA에 국한되어 있는 전송 모듈과 리눅스에 한정된 Device Driver를 WinCE나 휴대폰에서도 모니터링이나 제어가 가능하도록 모듈을 개발할 예정이다.

참고문헌

- [1] 김홍섭, 운승진 - 내장형 시스템을 위한 실시간 데이터베이스 엔진 설계 및 구현, 한국인터넷정보학회논문지, 2002 10 v.003, n.005, pp. 19-29
- [2] 이상훈, 이기화, 운승진 - 실시간 임베디드 리눅스 기반의 영상진단 솔루션 설계 및 구현에 관한 연구, 춘계학술발표대회 논문집 제5권 제1호
- [3] RTLinux, <http://www.rtlinux.org>
- [4] EB-1810 TM5600 User's Manual
- [5] 강순주 - 리눅스 기반 임베디드 시스템(p316-317), 이지뉴텍(주)제공
- [6] 박진현, 정연준 - 무선랜 도입에 따른 무선랜사업의 유형과 국내 사업전략, 정보통신정책 제 14권 9호 통권 301호
- [7] 3COM <http://www.3com.co.kr>
- [8] 이지뉴텍(주) <http://www.easynt.co.kr>
- [9] 하이버스(주) <http://www.hybus.co.kr>