

임베디드 시스템 프로그래밍 교육론 및 교육용 장비 개발 사례

한남대학교 은성배* · 한상숙

한국과학기술원 진성기**

1. 서론

임베디드 컴퓨터 시스템은 컴퓨터가 내장되어 특정 목적의 기능을 수행하는 시스템으로서 다양한 분야에서 활용되어 왔다. 그 예로서 인공위성이나 우주선, 항공기, 원자력 발전소와 같은 대규모의 응용을 들 수도 있고, 자동차의 제어, 엘리베이터 제어 등과 같은 다소 작은 응용들, 최근의 핸드폰, PDA 등과 같이 이동 단말기 응용 들까지 다양한 예를 들 수 있다[1]. 최근 통계에 의하면 전세계적으로 생산되는 마이크로프로세서의 80% 이상이 임베디드 시스템에서 사용될 정도로 임베디드 시스템의 응용분야는 광범위하다[2].

최근 들어 인터넷이 활성화되면서 임베디드 시스템들이 인터넷에 연결되어 상호 연동되는 추세가 활발해지고 있다. 이를 임베디드 인터넷[3] 이라고 하며 센서와 구동기 부분이 인터넷으로 연결되어 원격지에 있는 처리기로 연결되며 사용자 인터페이스, 또한 인터넷에 연결되어 원격지의 감시자가 웹브라우저를 통하여 현재 상태를 감시하고 지시한다.

임베디드 시스템의 개발은 윈도우 운영체제 상에서 프로그램을 개발하는 것과는 매우 다른데 이는 임베디드 시스템의 경우 프로그램이 개발되는 환경과 프로그램이 실행되는 환경이 서로 다르다는 점에 기인한다. 이를 교차개발환경 이라 하며 그림 1과 같은 구성을 가지며 호스트에서 프로그램이 개발되고 타겟에서 실행된다.

교차개발환경에서 프로그램을 개발하고 디버깅하는 것은 윈도우 환경과 같은 데스크탑 환경에서 보다 어렵다고 알려져 있다[4]. 그 이유로서 1) 임베디드 시스템들이 다양한 하드웨어 위에서 동작한다는 점,

* 종신회원
** 학생회원

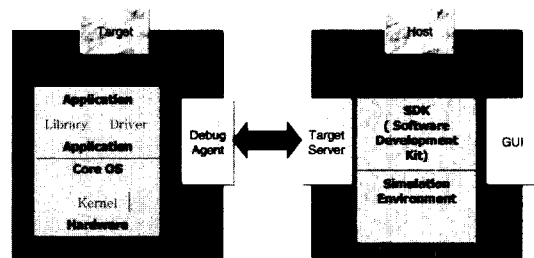


그림 1 교차개발환경

2) 실세계와 실시간적으로 연동된다는 점, 3) 병행 처리를 요구한다는 점, 4) 그리고 이들이 인터넷에 연결됨으로써 더욱 복잡한 프로그래밍 기술이 요구된다는 점 등을 들 수 있다.

이런 상황에서 우리나라 대학들의 임베디드 시스템 프로그래밍의 교육 실태를 살펴보면 결론적으로 매우 미흡한 실정이라고 말할 수 있다. 2002년 한국 소프트웨어진흥원의 위탁연구로 발간된 보고서[5]에서는 다음과 같이 결론짓고 있다.

“현재 우리나라 대학 졸업생들의 실무 적응 능력/함량 부족은 매우 심각한 상태이며, 이는 신입직원의 70%가 1년 이상의 업무 적응기간을 필요로 한다는 통계에서도 극명하게 드러난다. 실제 컴퓨터-소프트웨어 관련 인력채용 기업의 79%가 경력자를 선호하고 있으며, 4년제 대학 IT 관련학과 졸업생의 취업률은 52.7%에 그치고 있는 실정이다.”

임베디드 시스템 프로그래밍 교육과 관련한 교과목으로 현재 대학들에서 지원되는 것 중에서 가장 많은 것이 “마이크로 프로세서 실험” 등인데 실험 내용은 내장형 운영체제를 탑재하지 않은 Z80이나 8051 등을 이용하여 주로 인터넷과 연동되지 않는 제어 프로그램을 제작하는 수준에 머무르고 있다. 이러한 교육과정으로는 최근 현장에서 요구하는 임베디드 시

스텝 개발 기술을 교육시킬 수 없다고 할 수 있다.

본 논문에서는 2장에서 임베디드 시스템에 대한 전반적인 개요를 기술하고 3장에서 임베디드 시스템 개발 기술 교육을 위한 교육용 장비의 개발 사례를 제시한다. 4장에서 이 장비를 활용한 교과과정을 소개하며 5장에서 결론을 맺는다.

2. 임베디드 시스템의 개요

2.1 임베디드 시스템과 실시간 시스템

임베디드 시스템이란 용어와 실시간 시스템이란 용어가 혼용되는 경향이 있다. 임베디드 시스템이란 말에는 컴퓨터가 특정 목적 시스템에 내장(embedded)되었다는 의미가 강하다. 이와 달리 실시간 시스템은 실세계에서 얻은 데이터값이 특정 목적 시스템내의 컴퓨터에서 처리되어 구동기의 반응을 끌어내는 시간간격이 실시간적이어야 한다는 의미가 강하다. 따라서 의미상 실시간 시스템은 임베디드 시스템의 일종이며 시간제약이 좀 더 강조되는 시스템이라고 말할 수 있다.

용어의 혼동을 피하기 위하여 본 논문에서는 임베디드 시스템이란 말을 실시간성이 약한 가정용 제품이나 핸드폰 등의 단말 등을 지칭할 때 사용하기로 한다. 또한 실시간 제약이 지켜지지 않아도 큰 문제가 일어나지 않는 연성(soft) 실시간 시스템, 즉 동영상이나 오디오 관련 장비들을 지칭할 때 사용하기로 한다. 실시간 시스템이란 용어는 원자력 발전소 제어부나 항공기 엔진 제어부 등처럼 시간 제약을 어겼을 때 심각한 문제가 발생하는 강성(hard) 실시간 시스템을 지칭할 때 사용하기로 한다.

2.2 임베디드 인터넷 시스템

임베디드 인터넷[3]이란 용어는 2000년 CACM의 편집 이슈의 제목으로 처음 등장하였으며 임베디드 시스템들이 인터넷에 연결되어 원격지에서 데이터를 검출하고 처리하며 원격지의 사용자들이 이를 감시한다는 의미를 갖는다.

그림 2는 임베디드 인터넷 시스템의 구성을 보여주고 있는데 크게 3부분, 제어 대상, 제어부, 사용자 인터페이스 등으로 구성된다. 먼저 제어대상에는 센서와 구동기가 장착되는데 제어 대상의 현재 상태를 센서가 감지하고 얻어진 데이터를 인터넷을 통하여

원격지의 제어부에 전달한다. 교각에 설치된 균열 감지 센서나 하천에 설치된 수질 감시 센서 등이 인터넷에 연결되어 그 결과를 중앙의 제어센터에 전달하는 것이 그 예이다. 제어부에서는 지정된 태스크 리스트, 실시간 클럭, 사용자의 지시, 수행기로부터의 피드백에 따라 적절한 시점에 필요한 작업을 수행하고 그 결과가 인터넷에 연결된 구동기에 전달되어 실세계의 제어 대상을 제어한다. 또한 제어, 감시되는 상태는 인터넷에 연결된 사용자 인터페이스에 전달되고 이에 따라 관리자가 적절한 지시를 내린다. 사용자 인터페이스는 다양한 방식으로 제작할 수 있으나 인터넷이 활성화된 이후로 웹 기반으로 제작하는 추세이다.

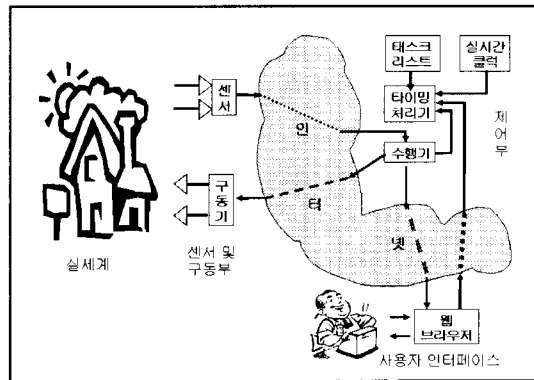


그림 2 임베디드 인터넷의 개념도

2.3 임베디드 시스템의 응용분야

임베디드 시스템 응용분야는 제어, 가전, 단말, 통신장비 등, 4개의 응용분야로 나눌 수 있다. 제어응용은 공장이나 자동차의 제어, 로봇의 제어 등의 응용을 말한다. 이러한 응용은 실시간 요구가 강하다는 특징을 갖는다. 예를 들어 로봇이 적절한 시간 안에 반응을 하지 못하면 전체 공정을 망치거나 인명피해를 가져올 수도 있다. 가전 응용은 과거의 세탁기나 전자레인지와 같이 단순 제어만을 제공하던 것에서 벗어나 인터넷에 접속하는 냉장고, TV 등과 같이 GUI가 강화되는 방향으로, 또한 인터넷에 접속되는 방향으로 발전하고 있다. 단말 응용은 핸드폰이나 PDA, 혹은 그에 준하는 모바일 기기들을 말하는데 소비 전력의 최소화, 작은 크기의 디스플레이 등을 요구한다. 통신장비 응용은 직렬, 병렬, 이더넷, USB 등의 다양한 통신포트를 요구한다는 점이 특징이다.

표 1 응용과 특성비교

	실시간성	입출력	GUI	CPU 처리	소비전력 요구
제어	크다	다양	불필요	보통	보통
가전	작다	단순	대형LCD	높다	작다
단말	작다	단순	중소형LCD	보통	크다
통신장비	보통	다양	불필요	보통	보통

각 응용들은 실시간성의 강약, 입출력 장치의 다양성, GUI의 중요도, CPU처리요구의 강약, 저소비전력 요구의 강약 등에서 차이를 보이며 이런 점들이 마이크로 프로세서의 선택이나 하드웨어의 구성등에 영향을 미친다. 표 1에서는 각 응용분야와 그들의 특징들을 비교분석하고 있다.

2.4 마이크로프로세서의 최근 동향

마이크로프로세서의 발명이 인류가 수천년의 세월동안 발명한 100가지 품목에 들어간다고 한다. 인텔이 4004를 처음 발명한 이후로 마이크로프로세서는 다양한 용도로 사용되었고 PC의 대중화, 인터넷의 발흥 등, 정보화 사회의 견인차 역할을 하고 있다. 마이크로프로세서는 발명 초기부터 임베디드 시스템에 채용되어 사용되었는데 현재는 수십 종의 마이크로프로세서들이 개발, 생산되어 사용된다.

많이 사용되는 마이크로프로세서는 크게 3 종류인데 ARM 계열[6], PPC 계열[7], MIPS계열[8]이 그들이다. 각 프로세서는 고유한 특성을 가지며 그 특성에 따라 사용되는 응용도 다르다. 예를 들어 ARM 계열은 저가격임에도 불구하고 CPU의 성능이 높은 편이나 직렬, 이더넷 등의 통신장치가 내장되지 않아서 회로를 구성할 때 별도의 칩이 요구된다는 단점을 갖는다. 이에 따라 ARM 계열은 통신입출력을 많이 요구하지 않으면서 CPU의 성능을 요구하는 이동 단말기 등의 응용에 많이 쓰인다. 예를 들어 국내의 핸드폰들은 ARM7을 코어로 사용한다. PPC 계열은 프로세서의 성능은 ARM에 비해 떨어지지만 통신입출력 장치를 내장하고 있으므로 통신장비 등의 제어에 많이 사용된다. MIPS 계열은 중저가의 고성능 CPU라는 점 때문에 셋탑박스, 게임기, 지능형 로봇제어 등에 많이 사용된다.

마이크로컨트롤러라고 불리는 CPU 들이 있다. 이들의 주된 역할은 그것이 내장된 하드웨어의 기기들, 즉, 전등, 모터, 스위치 등을 제어하는 것이다. 마이크로프로세서들이 입출력을 메모리 맵 방식으로 처리

하고 입출력 포트의 수가 적는데 반하여 마이크로컨트롤러들은 수십개의 입출력 포트를 가지며 포트마다 출력 신호의 특성, 입력되는 신호의 특성, 인터럽트 사용 유무 등을 프로그램으로 지정할 수 있다. 이를 통하여 내장되는 하드웨어를 범용으로 제어한다. 예를들어 scenix 계열의 마이크로컨트롤러는 8비트로 데이터를 처리하고 저가격임에도 100MIPS의 성능을 가지며 40개의 I/O 포트를 지원한다. Scenix를 이용하여 대규모 FPGA나 수개 이상의 칩으로 구현할 것을 소프트웨어로 구현할 수 있다.

3. 교육용 장비의 설계 및 구현

3.1 교육과정의 요구 사항

2장에서 기술된 임베디드 시스템의 특성으로부터 교육과정의 요구사항을 아래와 같이 도출할 수 있다.

- 교차 개발환경에 대한 이해와 실습

임베디드 시스템의 개발환경은 호스트/타겟이 연결되어 수행되는 교차 개발 환경이다. 이 경우 프로그램의 작성과 컴파일, 수행, 디버깅 등이 데스크탑의 경우와 다르므로 이에 대한 이해와 실습이 요구된다.

- 하드웨어 제어에 대한 이해와 실습

먼저 하드웨어 자체에 대한 이해가 요구된다. 또한 하드웨어 제어에 대한 이해와 실습이 요구된다. 프로그램들이 운영체제위에서 수행된다고 하더라도 하드웨어를 직접 제어하는 경우가 빈번하게 발생한다. 따라서 이에 대한 이해와 실습도 필요하다.

- 운영체제의 이해와 이용

최근의 임베디드 시스템들은 복잡한 작업을 처리하기 위하여 병행프로세스 기반으로 개발된다. 따라서 이를 지원할 수 있는 운영체제의 여러 프리미티브들을 이해하고 이를 활용할 수 있어야 한다.

- 웹과의 연동 기술 습득

최근엔 임베디드 시스템의 사용자 인터페이스가 웹 기반으로 작성되는 추세이다. 따라서 교과과정에서 웹과 연동하는 기법을 소개하고 실습하여야 한다.

-임베디드 시스템 응용 분야의 포괄적 이해

상기한 내용들이 제어, 단말, 가진, 통신장비 중 어느 한 응용에 치우치지 않고 다양한 응용의 특징을 담아낼 수 있는 교육과정이어야 한다.

3.2 교육용 장비의 설계 및 구현

상기의 교육과정의 요구사항을 만족시켜줄 교육용 장비에 대한 설계와 구현내용을 기술한다. 구현된 교육용 장비는 한 업체와 공동으로 개발하였으며 현재 판매중이다.

교육용 장비 설계시에 다음 사항을 고려하였다.

-다양한 입출력 장치의 채택

다양한 하드웨어를 집합으로써 하드웨어 제어에 대한 개념을 익힌다. 직렬 통신, 이더넷, USB 등 최근 입출력 장치로 많이 사용되는 통신 모듈들을 장착하도록 설계하였으므로 통신장비 응용에 대한 실습을 할 수 있다.

-그래픽 LCD 모니터 채용

핸드폰이나 PDA등에서 사용되는 그래픽 LCD를 채용함으로써 단말기 응용 개발에서 가장 문제가 되는 이미지 처리 문제, 폰트 문제등을 직접 경험하고 실습할 수 있도록 한다. 128 (64 크기의 그래픽을 LCD를 채택하였는데 일반적인 핸드폰에서 사용되는 크기이다.

-임베디드 리눅스 수용

리눅스 기반의 임베디드 운영체제를 채택함으로써 학생들이 운영체제의 기본 기능과 프로세스 수행, 프로세스간 통신등을 실습할 수 있도록 하였다.

-확장성의 고려

8비트 확장 슬롯을 2개 배치하여 필요시 다양한 딸림 보드들을 장착할 수 있도록 하였다. 이를 통하여 다양한 응용 개발 기술들을 보완할 수 있다. 현 설계에서는 제어 응용들을 실습하는데 다소 미흡하나 딸림보드에서 모터 제어나 온도 센서, 광센서 등을 장착하여 보완할 수 있도록 하였다.

그림 3은 개발된 교육용 장비의 사진이다. 장착된 하드웨어의 활용을 통하여 아래와 같은 교육을 행할 수 있다.

-이더넷이 2개 장착

이더넷 2개를 활용하면 간단한 라우터를 개발할 수가 있고 이를 통해 라우터의 동작을 이해할 수 있다.

-직렬 통신 포트 2개 장착

직렬 포트 2개에서 전달되는 데이터를 고속의 이더넷에 전달하는 응용을 통하여 멀티플렉서의 개념을 이해할 수 있다.

-20개의 키패드

키패드의 입력을 LCD에 표시하거나 직렬포트나 이더넷 등으로 보냄으로써 일반 컴퓨터의 문자디바이스를 이해하고 인터럽트와 폴링에 의한 입출력을 디바이스 레벨에서 실습할 수 있다.

-그래픽 LCD 모니터

그래픽 LCD에 글씨를 쓰거나 그림을 그리는 것은 간단한 작업이 아니다. 이를 통하여 학생들이 폰트에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있고 이미지 처리에 대해서도 기본적인 개념을 파악할 수 있다.

-USB 포트의 활용

최근에 많이 사용되는 통신포트이며 다양한 USB 디바이스들을 부착하는 실습을 통해 USB의 동작을 이해할 수 있다.

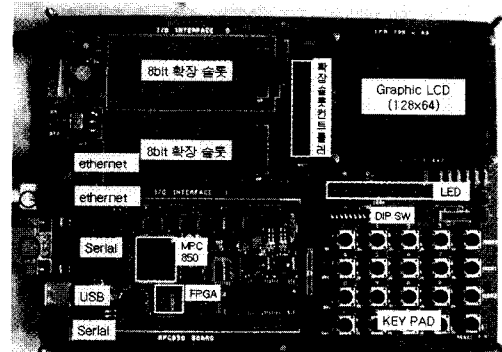


그림 3 개발된 교육용 장비의 모습

4. 교육과정의 제안

4.1 학부과정을 위한 교육과정 제안

본 절에서는 대학 3, 4 학년 학부 과정에 대한 교육과정을 제시한다. 2시간의 실습시간을 가정하였고 14주의 내용을 제시하였다. 2주는 학기말 프로젝트나 시험등에 활용하도록 하였다. 이 교육과정을 이수하려면 운영체제에 대한 기본적인 이해, 하드웨어에 대한 기본적인 이해, C 프로그래밍 능력 등이 요구된다.

교육과정의 내용은 크게 5단계로 구성된다. 단계마다 전 단계에서 사용된 프로그래밍 기법이 재활용된다. 최종 단계를 마치고 나면 그림 4에서 볼 수 있

는 것처럼 인터넷의 Netscape에서 타겟 시스템의 웹 서버를 브라우징하여 타겟의 하드웨어를 제어하는 연동 프로그램을 작성할 수 있다. 즉, 웹 상의 입력창에 문자열을 입력하면 타겟의 LCD에 문자가 출력된다. 마찬가지로 타겟의 키패드에서 임의의 키를 누르면 그 키가 웹 상에 표시된다.

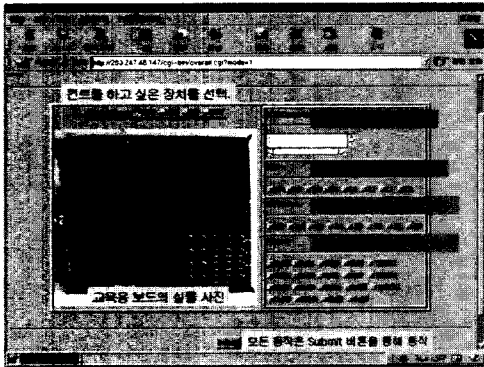


그림 4 웹 기반 사용자 인터페이스

각 단계의 내용은 다음과 같다.

첫번째는 임베디드 시스템의 기본 개념인 호스트/타겟 환경에 익숙해 지는 단계이다.

두번째는 하드웨어 직접제어하기 단계이다. 본 교육과정은 임베디드 리눅스상에서 프로그램을 개발하는 것이므로 응용프로그램이 하드웨어의 물리주소를 직접접근하려면 특별한 기술이 요구된다. 이에 대한 개념을 배우고 LED, DIP SW, LCD 등의 하드웨어 제어에 대하여 배운다.

세번째는 디바이스 드라이버 제작 단계인데 하드웨어 직접 제어는 간단한 반면 인터럽트 등을 처리할 수 있는 방법이 없다. 이를 극복하고, 또한 디바이스 드라이버의 제작, 설치 등의 기법을 훈련하기 위하여 문자 디바이스 드라이버를 작성하는 법과 응용프로그램 제작법 등을 실습한다.

네번째는 임베디드 리눅스의 시스템 콜을 실습하는 단계이다. 프로세스 생성, 소멸, IPC 프리미티브의 사용, socket의 이용등에 대하여 실습한다.

다섯번째는 웹 기반의 사용자 인터페이스를 제작하는 단계이다. 타겟의 웹서버가 관리하는 CGI 프로그램을 인터넷상에서 Netscape로 브라우징하여 타겟 하드웨어를 제어하는 프로그램을 제작한다.

4.2 각 주별 교육과정

이 절에서는 14주의 교육과정을 제시한다.

-제1주 : 교차 개발 환경

교차 개발 환경의 정의와 구성요소에 대하여 알아본다. 특히 네트워크 파일시스템(NFS), CDK(Cross Development Kit), 부트로더 와 TFTP 에 대한 정의와 필요한 이유 등을 살펴본다. 그리고 교차 개발 환경을 구성한다.

-제2주 : 교차개발 환경하에서의 프로그램 개발

구성된 교차 개발 환경 하에서 vi 에디터와 make 유틸리티의 사용법을 익히고, 그것을 바탕으로 간단한 예제 프로그램과 Makefile을 작성하여 컴파일 및 실행시킨다. 이로써 교차개발환경하에서 첫 번째 프로그램을 테스트 할 수 있다.

-제3주 : 하드웨어 직접 제어하기 Part I

하드웨어를 직접제어하기 위한 기본적인 폴링과 인터럽트의 개념에 대해 연구한다. 그리고 교육용 보드의 출력장치인 LED와 메모리 맵의 상관관계와 메모리 맵을 이용한 LED 제어 방법을 배우게 된다. 실습과제로는 수업시간에 배운 것을 이용하여 LED 응용 프로그램을 제작하게 된다.

-제4주 : 하드웨어 직접 제어 Part II

3주차에서 배운 폴링의 개념을 이용하여 이번 시간에는 KEY PAD와 DIP SW의 메모리 맵을 이용하여 제어하는 방법을 배운다. 입력장치인 KEY PAD와 DIP SW를 제어하는 방법을 배우고 난 후에는 응용 프로그램을 제작하는 과제를 수행해야 한다.

-제5주 : 하드웨어 직접 제어 Part III

교육용 보드의 출력장치인 LCD에 대해 학습한다. 다른 장치들과는 달리 약간 복잡한 메모리 맵을 보는 방법과 이용 방법에 대해서 자세히 다룰 것이다. 또 다른 출력 장치인 LED와는 달리 LCD는 폰트를 출력할 수 있으므로 폰트를 만드는 방법과 만들어진 폰트를 라이브러리화 하는 방법에 대해서도 배우게 된다. 실습과제에서는 만들어진 폰트를 이용하여 응용 프로그램을 개발해야 하는데 이번 주에는 Tick_bar라는 프로그램을 구현하게 된다.

-제6주 : 디바이스 드라이버를 이용한 하드웨어 제어 Part I

디바이스 드라이버의 정의와 종류 및 제작 방법에 대한 지식을 배우게 된다. 하드웨어직접제어와 디바이스를 이용하여 하드웨어 제어에 대한 차이를 배운다. 또한 어떠한 상관관계가 있는지도 배우게 된다. 여러 디바이스 중에서 출력장치인 LED의 디바이스

드라이버를 제작한다.

- 제7주 : 디바이스 드라이버를 이용한 하드웨어 제어 Part II

6주차에서 배운 디바이스 드라이버의 개념을 가지고 이번 주에는 KEYPAD 드라이버를 제작한다. 특히 3주차에서 배운 인터럽트의 개념을 이번 주에 적용할 수 있다. KEYPAD의 인터럽트 번호는 2번이 할당되어 있다.

- 제8주 : IPC

운영체제에서 프로세스들은 상호간의 활동을 조정하기 위해서 프로세스간 또는 커널과 통신을 수행한다. 이 시간에는 프로세스간 여러 통신 수단에 대한 종류와 각 종류가 수행되는 방식에 대해 실습한다.

- 제9주 : 시그널을 이용한 IPC

IPC의 여러 방법 중 이번 시간에는 시그널을 이용한 IPC에 대하여 배운다. 프로세스 간의 통신이므로 새로운 프로세스를 만드는 방법에 대해서도 배우게 된다. 수업과제로는 부모 프로세스와 자식 프로세스를 만든 후에 부모프로세스는 자식 프로세스에게 시그널을 보낸 후 죽는다. 사용자는 자식 프로세스에게 계속해서 시그널을 보낼 수 있으며 마지막으로 자식 프로세스를 종료시킨다.

- 제10주 : 메시지큐를 이용한 IPC

8주차에서 배운 메시지 큐를 이용한 IPC 프로그램에 대해 배우는 시간이다.

- 제11주 : Socket

리눅스에서 네트워크 프로그램을 작성하기 위해서는 TCP/IP나 UDP/IP와 같은 프로토콜의 이해에서부터 시작된다. TCP/IP나 UDP/IP는 소켓이라는 인터페이스를 제공하는데 이번 시간에는 소켓의 개념과 종류에 대해서 배운다. 또한 소켓을 이용하기 위해 필요한 정보에 대한 것들을 배우게 된다.

- 제12주 : Socket을 이용한 네트워크 프로그래밍
전시간에 배우 소켓에 대한 개념을 이해하고 확장하기 위해서 이번 시간에는 소켓을 이용한 교육용 보드와 호스트 머신 사이의 네트워크 프로그램을 제작해 본다. 수업과제로는 UDP프로토콜을 이용한 Echo 프로그램을 개발하고 실습과제로는 TCP 프로토콜을 이용한 2자간 채팅 프로그램을 개발한다.

- 제13주 : Web 프로그래밍 Part I

이번 시간에는 Web과 http 프로토콜에 대해 배우게 된다. 또한 웹 저작도구인 CGI와 HTML 문법에 대해서도 배우게 된다. 그런 후에 간단한 웹 문서를

작성하여 웹 서버(httpd)가 동작하는 교육용 보드내의 파일 시스템(DRAM 등), 혹은 NFS로 연결된 다른 컴퓨터의 파일 시스템에 두고, 호스트의 일반 웹 브라우저를 통해서 작성된 웹 문서에 접근해 보는 실습을 수행한다

- 제14주 : Web 프로그래밍 Part II

지금까지 배운 것들을 종합하는 시간이다. CGI와 Web과 디바이스 드라이버를 이용하여 Web과 교육용 보드를 연동하는 시스템을 구축하게 된다. 출력장치인 LED와 LCD는 웹 브라우저에서 제어하는 대로 교육용 보드를 작동시키고 입력장치인 KEYPAD와 DIP SW의 입력을 웹 브라우저에 표시하는 시스템을 완성한다.

5. 결론

본 논문에서는 임베디드 시스템에 대한 개요와 최근의 기술 동향을 기술하였고 임베디드 시스템 개발 기술을 교육하기 위한 요구사항을 분석하였으며 이를 바탕으로 설계/구현된 교육용 장비의 사례를 제시하였다. 또한 이 장비를 이용한 교육과정을 제시하였다.

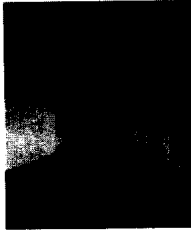
그 동안 임베디드 시스템 분야의 교육은 현장 기술과 격차를 보였던 것이 사실이다. 본 논문에서 제시한 교육용 장비와 교육과정은 나름대로 현장에서 요구하는 기술을 최대한 반영하려고 노력한 결과이다. 이 결과를 활용하여 학습자들에게 임베디드 시스템 분야에 자신감을 갖게 하는 것이 필자의 바람이다.

참고문헌

- [1] krishna, C. M. and Shin, Kang G., Real-Time Systems, McGraw-Hill International Editions, 1997.
- [2] 이정배, 이두원, "임베디드 시스템 연구 동향," 정보처리학회지, 제9권, 제1호, 2002년 1월호, 쪽 13-27.
- [3] Estrin, Deborah, Govindan, Ramesh, and Heidermann, John, "Embedding The Internet," CACM, May 2000, Vol. 43, No. 5, 39-41.
- [4] Tsai, Jeffrey J.P. and Yang, Steve J.H., Monitoring and Debugging of Distributed Real-time Systems, Kluwer Press, 1997.
- [5] 김진형, 대학의 컴퓨터-소프트웨어 교육 강화 방안, 한국정보처리학회 연구보고서, 2001.

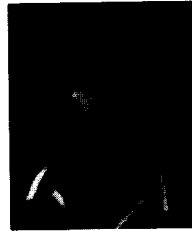
- [6] <http://www.e-insite.net/ednmag/index.asp?layout=searchArticlesEDN&text=ARM>
 [7] MPC850 Family User's Manual, <http://e-www.motorola.com/brdata/PDFDB/docs/MPC850UM.pdf>, 2[8] A Microprocessor Architecture for the Future, http://www.mips.com/pressRoom/techLibrary/whitepapers/MIPS_Arm_Whitepaper.pdf#2002.002.

은 성 배



1881~1985 서울대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 1985~1987 한국과학기술원 전자전산학과 전산학 전공(공학석사)
 1987~1990 한국전자통신연구원 운영체제 개발실 연구원
 1990~1995 한국과학기술원 전자전산학과 전산학 전공(공학박사)
 1995~현재 한남대학교 정보통신멀티미디어공학부 부교수
 관심분야 실시간 운영체제, 멀티미디어 시스템
 E-mail: sheun@octacomm.net

진 성 기



1990~1995 서강대학교 전자계산학과(공학사)
 1995~1997 한국과학기술원 전자전산학과 전산학전공(공학석사)
 1997~2002 한국과학기술원 전자전산학과 전산학전공(공학박사)
 2002~현재 삼성전자 정보통신 네트워크 사업부 책임연구원
 관심분야 임베디드 시스템, 초고속 IP 라우터, 인터넷 서비스 품질
 E-mail: skjean@camers.kaist.ac.kr

한 상 숙



1987 한밭대학교 전자계산학과(공학사)
 1990 청주대학교 전자계산학과(공학석사)
 2000 현재 한남대학교 정보통신공학과 박사과정
 1995 현재 대전 기능대학교 멀티미디어과 부교수
 관심분야 임베디드 시스템, 멀티미디어 데이터베이스, 멀티미디어 콘텐츠 제작

● 2002년 세계한민족과학기술자종합학술대회 ●

- Information & Communication Technology -

- 일 자 : 2002. 7. 9(화) 13:30~18:00 · 7. 10(수) 13:30~18:00
- 장 소 : 한국과학기술회관 국제회의장(서울 역삼동)
- 주 최 : 국내 - 한국정보과학회 외 28개학회
 국외 - 재미한인과학기술자협회 외 9개협회
- 문 의 처 : 한영진 과장(yjhan@kiss.or.kr, Tel.02-588-9246)
<http://www.kofst.or.kr/kosef/symposium.html#information>