

상용 TV 시스템상에 리눅스 커널 탑재

김 주 원, *서 대 화, **최 명 회, *하 영 호
LG전자, *경북대, **대구산업정보대학
전화 : 054-444-6418 / 핸드폰 : 019-401-6418

Embedded Linux Porting on TV System

Joo-Won Kim, *Dae-Wha Seo, **Myong-Hui Choi, *Yeong_Ho Ha
Display Product Research Lab., LG Electronics Inc.
*School of Electrical Engineering & Computer Science, Kyungpook National University
**Faculty of Information Communication, Daegu PolyTechnic College
E-mail : integer7@lge.com

Abstract

As control programs are becoming larger and more complex, the capacity of a microprocessor in a TV set needs to have a CPU with 32 bits or more. Also the embedded system such like a digital TV set uses RTOS (Real Time Operating System)[1]. LGE Co. has developed a digital TV system that displays HD (High definition) signal with the AR7TDMI CPU and the commercial RTOS[2]. This thesis made improvements on problems caused by porting embedded LINUX in limited size memory (2 mega byte) instead of RTOS[3]. The advantages of changing to embedded LINUX take away running OS royalty that needed to make TV sets[4].

I. 서론

1970~2002년 사이에 개발된 흑백 TV와 컬러 TV 시스템에서 내부 신호 및 내장된 각종 칩을 제어하는데 4비트 ~ 16비트 프로세서와 롬과 램이 하나의 칩으로 되어 있는 마이크로 컴퓨터가 사용되었다. 1998년 이후 디지털 TV가 등장하면서 HD 신호를 나타내고 데이터 처리가 복잡해졌기 때문에 32비트 CPU와 실시간 운영체제 시스템이 탑재되어 여러 칩들의 제어와 디지털 TV 관련 응용프로그램을 수행해 오고 있다.

내장 리눅스를 채택한 TV 시스템에서는 다음의 여

러 장점들을 가지게 된다. 첫째는 소스가 공개 되어 있어, 다양한 응용의 목적에 맞게 고쳐 사용할 수 있다. 둘째로는 소스 사용료(Royalty)가 무료이므로 제품 가격 경쟁력을 가질 수 있다. 셋째로는 Multi-tasking, Multi-user access, Multi-processing 등 다양한 OS 기능을 지원한다. 넷째로는 x86, Sparc, ARM, Alpha 등 다양한 CPU를 지원하므로 이식이 쉽다. 다섯째로는 공개된 다양한 디바이스 드라이버들과 응용 프로그램 램들을 사용할 수 있다. 여섯째로는 인터넷을 통하여 다양한 문서들을 획득할 수 있으며, 기술 지원을 받을 수 있다.

그러나 다음과 같이 임베디드(Embedded) 리눅스가 보완되어야 할 단점들도 있다. 첫째로는 다른 상용 운영체제에 비해서 디버깅 환경이 부족하다. 둘째로는 운영체제 코드의 크기가 상용 운영체제에 비해 큰 편이다. 따라서 더 큰 양의 플래쉬 메모리와 램이 필요하게 된다. 셋째로는 임베디드 리눅스는 리눅스의 특성상 실시간 운영 체제라 볼 수는 없다.

이 연구의 목적은 임베디드 리눅스의 단점을 최소화하고 장점을 극대화하여 현재의 TV 시스템에서 다양한 소프트웨어 개발자 요구를 만족 시키고 나아가 소비자들의 원하는 기능이 쉽게 추가될 수 있도록 하는 것이다.

연구의 목표는 디지털 보드에 공개된 임베디드 리눅스 커널을 탑재에 관한 것이다. 이 디지털 보드는 LG 전자 HD Monitor TV에 사용되고 있으며, 상용 실시간 운영체제와 32 비트 CPU를 채택해서 개발되어 국내 시장에서 판매되고 있다.

II. 임베디드 시스템

PC나 워크스테이션과 같이 매우 많은 기능을 수행할 수 있도록 설계된 것을 범용 시스템이라고 하는 반면에 우리 생활에서 쓰이는 각종 전자기기, 가전제품, 제어장치 등이 단순히 회로로만 구성된 것이 아니라 마이크로 프로세서가 내장되어 있고, 그 마이크로 시스템을 구동하여 특정한 기능을 수행하도록 프로그램이 내장되어 있는 시스템을 임베디드 시스템이라고 한다[5][6].

임베디드 시스템의 적용 사례를 살펴 보면 핸드폰, PDA, 교통관리 시스템, 주차 관리시스템, 홈 관리 시스템, 엘리베이터 시스템, 현금지급기(ATM), 항공 관제 시스템, 우주선 제어 장치, 군사용 제어 장치 등 그 적용 분야가 다양하다.

이전에는 순차적인 설계로 가능했지만 시스템에 다양한 기능을 추가하면서 시스템이 복잡해져 기존의 방법과는 다른 새로운 접근 방법이 필요하게 되었다. 이런 처리해야 할 작업이 많아지면서 복잡해진 내장형 시스템에서 가장 필요했던 기능은 멀티 태스킹(tasking) 기능이다.

처리할 여러 개의 작업들을 태스크로 나누어 처리해야 되었기 때문이다. 따라서 예전에 컴퓨터 시스템에서만 쓰이던 운영체제가 내장형 시스템에서도 필요하게 된 것이다. 그러나 일반 컴퓨터 시스템에서 쓰이는 운영 체제와는 달리 대부분의 내장형 시스템은 실시간이라는 특성을 만족 시켜야 했기 때문에 나오게 된 것이 바로 실시간 운영 체제(Real-Time OS)이다.

특정 작업 또는 기능만을 지원하도록 설계된 시스템이 분야에서 실시간 운영 체제를 탑재한 제품들이 점차 늘어나는 추세이며 pSOS, VxWorks, RT-Linux 등이 있다.

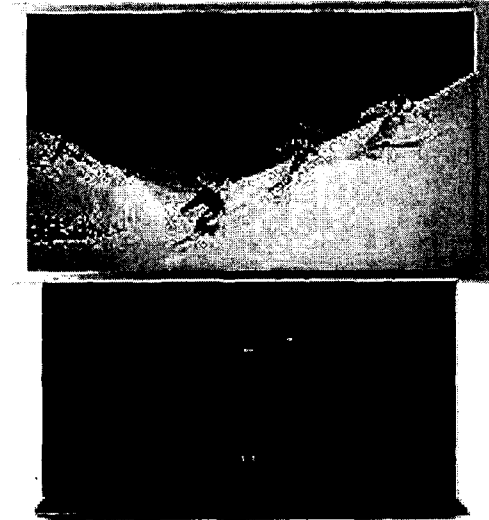
임베디드 리눅스는 임베디드 시스템에 운영체제 개념으로 리눅스를 적용한 것인데, 리눅스의 안정성 및 가격의 우월성, 소스 공개로 인한 개발 용이성 등을 장점으로 꼽을 수 있지만, 리눅스는 임베디드 시스템이 가져야 할 중요한 특징인 실시간 기능은 떨어진다.

하지만 최근에 많은 임베디드 시스템에 리눅스가 채택되고 있다. 임베디드 리눅스는 리눅스 고유의 안정성과 개발 용이성을 바탕으로 실제 많은 임베디드 시스템에서 채택되어 사용되고 있는 상황이다.

III. 개발 목표 시스템

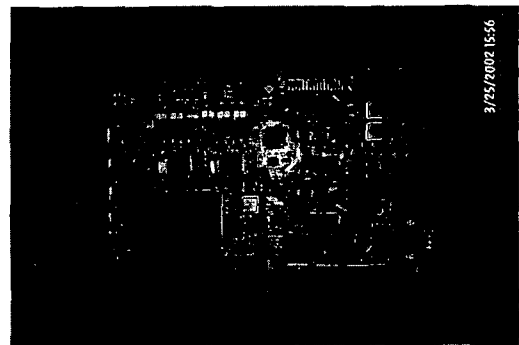
개발을 목표로 하는 대상은 한국에 시판되는 56인치

TV와 미국에 시판되는 61인치 TV에 적용된 디지털 보드이다. (그림1)은 한국 내에서 시판되고 있는 HD급 신호를 수신할 수 있는 HD 모니터 TV를 보여주고 있다.



(그림 1) 한국 내수용 HD 모니터 56" TV

HD 모니터 TV에 장착된 디지털 보드는 ARM7TDMI를 CPU로 장착하고 있으며, 실시간 운영 체제를 탑재하고 있다. (그림 2)는 TV에 사용된 LG 전자의 디지털 보드이고 상세한 사양은 (표 1)에 나타났다.



(그림 2) LG 전자 HD 모니터 TV용 디지털 보드

ARM7TDMI 내장형 시스템의 CPU로 가장 널리 사용된다. 16/32 비트 RISC(Reduced Instruction Set Computer) 프로세서이며 가장 큰 특징은 비교적 전력을 조금만 소모한다는 것이다. 그래서 저전력이 필요한 휴대용 단말기나 TV와 같은 가전에 많이 사용되고 있다.

MCLinux는 내장 리눅스 중에서 가장 널리 알려져 있으며 주로 모토로라 M68000 시리즈와 ARM 계열의

마이크로 프로세서에 주로 사용되어 왔고 현재에는 다른 CPU에도 많이 사용된다. 1998년 Motorola DragonBall(M68EZ328) 마이크로 프로세서에 처음으로 탑재가 되었다[7].

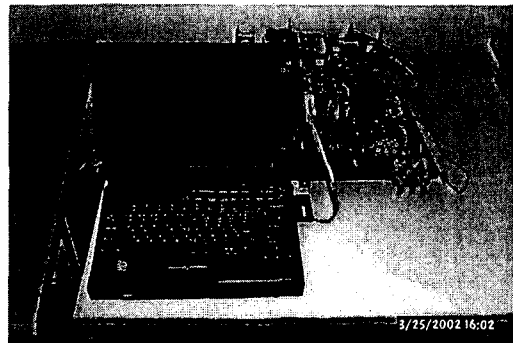
μClinux는 MMU(Memory Management Unit)가 없는 ARM7TDMI와 같은 마이크로 프로세서를 위해 수정된 커널(리눅스 2.0 kernel)에서 파생되었고, GNU Public 라이선스를 따르는 무료 배포용 소프트웨어이다. 사용된 상용 실시간 운영체제 대신에 4MB의 메인 메모리와 저전력 그리고 MMU가 없는 경우에 적합한 것으로 검토 선정된 μClinux를 탑재했다.

MCU (Main Control Unit)	KS32C50100
외부 메모리	Flash ROM : 28F800B5(2MB) RAM : GM71C18168CT6(4MB)
외부 인터페이스 & 디바이스 컨트롤러	EEPROM (256Kb) IIC : PCF8584T (12Mhz) UART : MAX232A RESET : KA7542,74HC14 Clock : 33Mhz Level shifter : BSS83

(표 1) 목표 시스템의 사양

본 논문에서는 CPU와 주변의 ASIC을 포함하며 디지털 보드에 있는 디바이스 제어 범위의 보드 수준 리눅스 탑재이다. 개발 단계에서 많이 쓰이는 램 버전용으로 개발하다가 최종적으로 응용 프로그램까지 수행하는 롬 버전의 이미지를 작성하고 램 디스크 이미지(Ram Disk Image)를 만들면 된다. 순서를 (표 2)에 나타냈다.

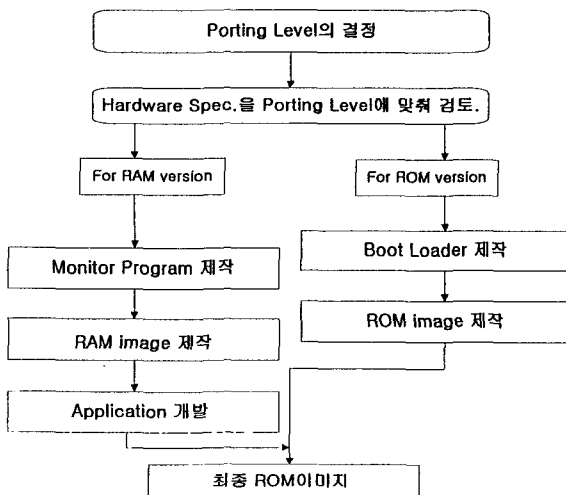
개발 환경을 이루는 물리적인 장비는 호스트인 PC와 타겟 보드 그리고 연결할 JTAG 케이블이나 시리얼 케이블이 있어야 한다[9]. (그림 3)은 구축된 개발 환경을 보여 주고 있다,



(그림 3) 개발 환경

IV. 리눅스 탑재

리눅스를 탑재하기 위해서는 탑재 수준을 결정해야 한다. 탑재 수준은 CPU 수준, 플랫폼(Platform) 수준, 보드 수준으로 나누어 볼 수 있다.



(표 2) 리눅스 탑재 개발 순서도

소프트웨어 개발 환경 구축 측면에서 시리얼 혹은 JTAG 연결을 위해서는 호스트에 시리얼 통신 관련 소프트웨어를 준비하면 되고, 임베디드 ICE를 사용하기 위해서는 ARM ADS를 사용하면 된다.

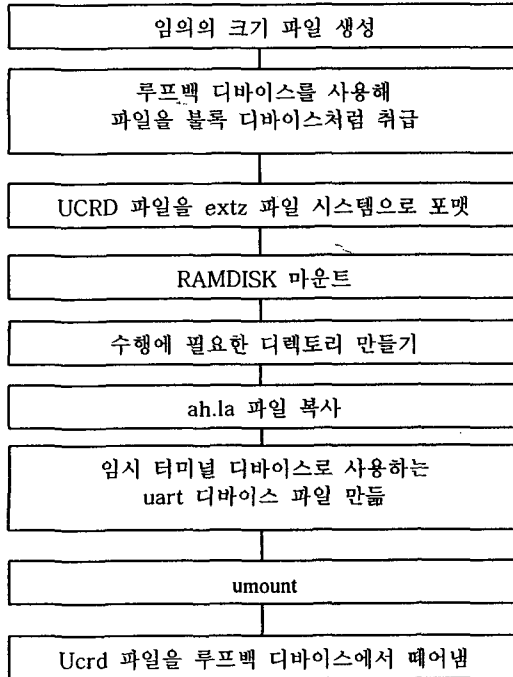
그 다음으로는 호스트에 커널(kernel) 컴파일을 위해서 크로스 컴파일러(Cross Compiler) 개발 환경을 구축한다[10]. 리틀 엔디안(Little Endian) 이미지를 만들기 위해서는 μClinux 웹 사이트에서 제공된 빅 엔디안 툴 체인(Tool Chain)을 수정해야 한다[11].

μClinux 커널 컴파일을 위해서 네트워크 관련 부분 등 필요 없는 부분은 제외 시키고 커널의 부팅 과정을 분석하여 수정한다. 그리고 커널의 수정을 위해서 익셉션 벡터 테이블(Exception Vector Table), 시스템 콜 과정, 인터럽터 핸들러 등록 및 처리과정, 타이머 초기화 과정, 타이머 인터럽터 발생시 처리과정 등을 수정한다.

리눅스 커널이 타겟 보드에 탑재된 후 제일 먼저 실행되는 파일이 램 디스크 이미지인데 이를 작성해야 한다. 특히 타겟 보드에는 하드 디스크 드라이브가 없기 때문에 리눅스 파일 시스템을 위해서 램 디스크를 만들어서 마운트(Mount)해야 한다. 램 디스크를 만드는 순서도를 (표 3)에 나타냈다.

컴파일한 후에 타겟 보드로 다운로드를 한다. 이 때

호스트를 리눅스 OS인 PC라면 자체에서 제공하는 시리얼을 통한 통신 에뮬레이터인 Minicom이나 리눅스 용 sftp를 이용했다.



(표 3) RAMDISK 제작 순서도

V. 결론

μ Clinux는 임베디드 리눅스의 일종으로 LG 디지털 TV에 채택하고 있는 ARM7TDMI와 같은 MMU가 없는 마이크로 프로세서를 대상으로 수정된 커널을 바탕으로 하고 있다. μ Clinux의 안정화를 위해 지금 이 순간에도 전 세계의 프로그래머들이 연구를 진행 중이므로 앞으로도 지속적인 패치를 통한 개선이 이루어질 것으로 전망되어 적절한 선택으로 판단된다[12].

임베디드 시스템 및 임베디드 리눅스 운영 체제인 μ Clinux를 사용하기 위하여 개발 환경을 구축하고 디지털 보드에 적합하도록 수정하고 필요한 디바이스 드라이버 및 부트 로드를 작성하여, LG 디지털 TV 보드에 임베디드 리눅스인 μ Clinux를 탑재했다.

임베디드 리눅스를 이용하여 기존의 상용 운영 체제로 구현된 LG 디지털 TV에 적용할 경우 기존 상용체제의 문제점인 사용료(Royalty)를 지불할 필요가 없어 가격 경쟁력을 갖출 수 있다. 그리고 소스의 개방을

추진하고 있는 리눅스의 풍부한 기능들과 이미 제작된 많은 응용 프로그램을 사용할 수 있어서 TV에 고객이 원하고 필요로 하는 기능을 쉽게 추가할 수 있다.

이 논문에서는 작은 용량인 2MB의 메모리를 갖는 가전 제품에 리눅스를 탑재에서 생기는 문제점 제거를 위해 필요한 커널만 사용하였다. 현재는 350KB정도의 커널로 만들었다. 향후 커널 용량을 150KB 정도 이하로 만들 예정이며, 기존의 구현된 시스템에서 OS 커널 함수들을 완전히 대체하여, 기존의 응용 프로그램들이 실제로 TV Set에 탑재될 수 있도록 할 예정이다.

참고문헌

- [1] Red Hat, Inc., Home page, <http://www.redhat.com/>
- [2] Advanced TV Systems Committee, Home page, <http://www.atsc.org/>
- [3] Carnegie Mellon School of Computer Science Home page, <http://www.cs.cmu.edu/~wearable/software/assabet.html>
- [4] LINFOS Co., Ltd, Home page, <http://www.t-b.co.kr/t-b/home/system/system.htm>
- [5] Dedicated Systems Expert, Home page, <http://www.dedicated-systems.com/>
- [6] On-Line Applications Research Corporation, Home page, <http://www.oarcorp.com/>
- [7] Korean Linux Documentation Project, Home page, http://kldp.org/Translations/html/The_Linux_Kernel-KLDP
- [8] EunYoung Park, Home page, <http://kernel.pe.kr/home.php>
- [9] Korea Embedded Linux Project, Home page, <http://www.kelp.or.kr/>
- [10] Medison Co., Ltd., Home page, <http://ruby.medison.co.kr/~halite/linux/arm-linux.html>
- [11] D. Jeff Dionne and Michael Durrant and Arcturus Networks Inc., Home page, <http://www.uclinux.org/>
- [12] 서대화, 디지털 TV 용 임베디드 리눅스 개발 중간 보고서, 경북대학교 디지털 기술 연구소, 9 월 2001