

내장형 리눅스

건국대학교 정갑주*
 한성대학교 이민석*
 팜팜테크 최 건†

1. 서 론

'80년대초 IBM에 의해서 처음 개발된 PC는 지난 20년간 전 세계가 정보통신의 시대로 접어드는데 커다란 기여를 했다¹⁾. 새천년을 시작하는 시점에서 여러 정보통신 전문가들은 이제 "Post-PC"의 시대를 접치고 있다. 과연 Post-PC 시대가 무엇이나에 대해서는 아직 논란이 여지가 있지만, 많은 전문가들은 현재의 PC가 "너무 크고, 너무 복잡하고, 너무 무겁다"라는데 견해를 같이하는 것 같다. 즉, 보다 작고, 가볍고, 간편한 제품들이 Post-PC 시대를 주도할 것이라는 예측이다.

최근에 부각되고 있는 인터넷 스마트 휴대기기 및 네트워크 가전제품들은 이러한 범주에 속하는 대표적 제품들의 예이다. International Data Corporation의 자료조사에 따르면 1997년도에 96%의 인터넷 접속장비가 PC였지만 2002년까지는 거의 50%의 장비가 디지털 셋톱 박스, 웹지원 전화기, PDA 등과 같은 장비들로 바뀔 것이고, 2005년부터는 이러한 장비들의 사용수가 PC의 수를 초과할 것으로 예측되고 있다. 또 다른 시장 조사에서 International Data Corporation은 그림 1에서와 같이 인터넷 스마트 휴대기기 및 인터넷 스크린 폰을 중심으로 정보 가전이 2002년 누적 1억 6천만대, 신규 5천 5백만대가 보급될 것으로 예측하고 있다.

이러한 장비들은 내장형 시스템으로 불리우는

"소형의 컴퓨터시스템"을 내부에 탑재하고 있는데, 이들 내장형 시스템은 일반적으로 범용 PC와는 달리 특정 기능 및 하드웨어 환경에 초점을 두어서 설계되었고, 전통적으로 필요한 프로그램만을 수용할 수 있는 최소한의 하드웨어를 사용하는 것이 보통이어서, 이는 결국 성능과 메모리 크기 등에서 거의 여유가 없는 상태로 만들어진다는 것을 의미하였다. 이러한 이유에서 최근까지는 내장형 시스템을 위한 표준이 없었고 제품별로 별도의 최적화된 시스템들이 구축되어온 실정이다.

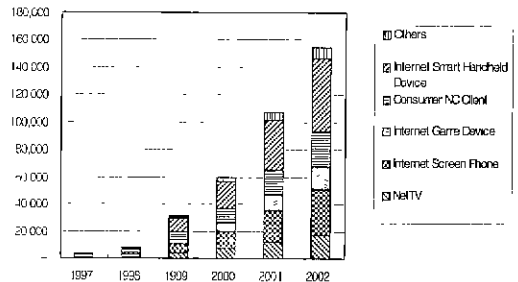


그림 1 IDC의 정보가전 시장규모 예측자료

그러나 기술의 발전과 더불어 적은 비용으로 성능과 용량이 충분한 하드웨어²⁾를 구할 수 있게 되고, 내장형 시스템의 응용 범위가 다양해지면서 이전에는 소요 비용과 다른 여러 가지 제약

* 종신회원

1) 아이러니컬하게, PC에 의해서 세계 컴퓨터시장에서 IBM 메인프레임 시대가 막을 내리게 되었다.

2) 곧 출시 예정인 내장형 시스템용 인텔 StrongArm CPU의 속도는 약 600MHz에 이를 것으로 보도되고 있다.

때문에 수용할 수 없었던 많은 응용들을 이제는 선택이 아닌 필수 요소로 포함하는 경우가 많아졌다. 웹 서버, 브라우저 등 인터넷 접속 프로그램, 그를 위한 프로토콜 스택, 자바 가상 머신과 같은 응용 프로그램 환경, 산업 표준의 그래픽 시스템 등이 그 전형적인 예이다. 이에 따라서 내장형 시스템의 개발, 설치, 관리 등 모든 부분에서 소프트웨어의 비용이 하드웨어에 비하여 상대적으로 커졌다. 이러한 변화는 표준개발환경(즉, 신뢰성있는 내장형 운영체제³⁾, 개발도구, 관리환경 등)을 사용해서 내장형 소프트웨어를 개발하는 것이 내장형 시스템 제품의 시장경쟁력에 가장 중요한 요인이 되게 했다.

이러한 이유에서 현재 내장형 운영체제 제품개발 경쟁이 전 세계적으로 치열하게 진행되고 있는데, 최근 가장 주목받고 있는 것이 리눅스기반 내장형 운영체제(이후, 내장형 리눅스)들이다. 본 고에서 우리는 내장형 리눅스의 배경, 장단점, 제품 현황에 대해서 논의한다. 글의 구성은 다음과 같다. 2절에서 리눅스가 내장형 운영체제로서 각광받은 이유를 설명하고, 3절에서는 내장형 리눅스에서 아직 해결되지 않은 기술적 문제점들을 분석한다. 4절에서 국내외 내장형 운영체제 현황을 정리하고, 5절에서 결론을 내린다.

2. 내장형 운영체제로서 리눅스의 장점

2.1 관리적 관점에서의 장점

리눅스의 가장 중요한 장점은 리눅스가 처음 개발될 때부터 유지된 소스 공개 원칙이다. 리눅스를 사용하는 개발자들은 시스템을 개발하고 보수 유지하는 전 과정에 필요한 소스를 추가의 비용 없이 얻을 수 있다⁴⁾. 소스가 공개된다는 것은

시스템을 개발할 때나 이미 납품이 된 후에 생기는 문제를 빠른 시간에 해결할 수 있는 중요한 근거가 된다. 특히 내장형 시스템 개발자 입장에서는 자신이 사용하는 모든 부분의 소스 프로그램을 확보하게 됨으로써 운영체제나 다른 부분의 보수 유지, 에러 교정 등을 한 공급자에 의존해야 하는 위험한 상황을 피할 수 있게 된다.

리눅스는 무료 소프트웨어이다 리눅스는 소스 프로그램과 함께 “As is”로 제공된다. 최근에는 리눅스에 대한 기술적 지원을 전문적으로 하는 회사들이 많이 생겨났지만, 확보된 소스 프로그램을 바탕으로 기술적 지원을 받지 않아도 되는 상황이라면 리눅스의 커널 및 기본적인 응용 프로그램은 무료로 제공된다. 상업용 실시간 운영체제나 휴대용 기기를 위한 마이크로소프트사의 윈도우즈 CE 등 내장형 시스템을 위한 운영체제들이, 계약 조건에 따라 카피 당 수 달러(US\$)에서 수십 달러의 가격을 유지하지만 리눅스는 거의 공짜로 모든 것을 얻을 수 있고 개발 및 상품화된 뒤에도 사용에 대한 대가로 지불해야 하는 비용이 거의 없다.

리눅스의 또다른 중요한 장점 가운데 하나는 리눅스가 컴퓨터 산업의 전반에 떠오르면서 자연스럽게 리눅스를 잘 다루고 그 소스 프로그램에 이미 익숙해 있는 엔지니어가 급격히 늘고 있다는 점을 들 수 있다. 국내는 물론 세계적으로 리눅스가 마이크로소프트에 대항할 수 있는 유일한 해결책이라는 인식이 구체화되면서 학생과 일부 열렬한 추종자에 의해서 주도되던 리눅스가 이제 상업적 도메인에 정착하려는 과도기에 이르러, 많은 교육기관이 리눅스를 잘 이해하고 다룰 줄 아는 엔지니어들을 배출하고 있다 또 학계에서 이루어지던 많은 연구들이 소스 프로그램을 쉽게 확보할 수 있는 리눅스를 기반으로 이루어졌다는 점을 고려하면 리눅스는 현존하는 어느 운영체제보다 전문적인 지식을 가진 고급 인력을 많이 확보하고 있는 운영체제라고 단언할 수 있다. 또 리눅스에 관한 문서가 서적 또는 온라인 문서의 형태로 다양하게 나와있으며, 그 문서들은 사용자 수준에서부터 아주 기술적인 부분까지를 광범위하게 다루고 있다.

2.2 기술적 관점에서의 장점

3) 본 고에서 내장형 운영체제는 특별한 기술적 가정없이 내장형 시스템에 탑재되는 운영체제를 의미한다

4) 이 부분에 대하여는 다른 시각이 있다 리눅스의 근본 취지-개발 정신-에 의거하면 리눅스에 관한 모든 것은 공개되어야 하지만 상업적 이익을 위해 리눅스 플랫폼 위에서 만들어지는 응용 프로그램이나, 어떤 회사의 독자적인 기술-지적 재산권-이 담긴 커널의 일부에 해당하는 소스 프로그램까지 언제나 공개하는 것은 아니다. 이 부분은 리눅스를 어떤 형태로든 부가치 창출을 위한 도구로 사용하는 개발, 판매자가 결정해야할 몫이다.

이제 리눅스는 매우 안정적이고 안전하며 성능이 뛰어난 시스템 가운데 하나가 되었다. 이미 많은 리눅스 서버가 설치되어 운영되고 있고, 안정성-어떤 종류이던지-이나 보안에 관련된 문제가 발생하면 인터넷을 통하여 수 시간 이내에 보고되고 수정된다. 또한 개발 과정에서부터 소스 프로그램이 완전히 공개되어 많은 개발자들이 문제가 발생할 소지를 발견해 내고 제거하기 때문에, 배포 버전에 오류가 포함될 가능성은 어떤 다른 운영체제에 비하여 적다고 볼 수 있다. 같은 방법으로 리눅스의 성능도 최근 몇 년 동안 급격히 개선되어 다양한 하드웨어 구성과 스케줄러, 파일 시스템, 프로토콜 스택, 응용 프로그램에 이르기까지, 많은 개발자 기반을 배경으로 최고의 기술을 빠르게 수용하여 다른 운영체제에 우월하거나 적어도 뒤지지 않는 뛰어난 성능을 보이고 있다. 따라서 리눅스를 서버나 개인용 컴퓨터의 운영체제는 물론 이동전화, PDA와 같은 휴대용 단말기, 현금 인출기와 같은 금융 업무, 공장 자동화, 독립적인 인터넷 장비(Internet Appliance)와 같이 보안, 안정성, 성능이 중요한 내장형 시스템에 사용하는데 매우 적합하다.

리눅스에는 기본적으로 개발 환경이 제공된다. GNU 개발 도구로 대표되는 컴파일러 군은 자체 응용 프로그램은 물론 대개의 내장형 시스템이 요구하는 교차 개발(cross-development) 환경도 제공한다. 현재 GNU의 개발 도구는 현존하는 거의 모든 프로세서와 시스템을 수용하고 있으며 각종 언어에 대한 컴파일러, 어셈블러, 링커, 원격 디버깅이 가능한 디버거 등 전통적인 개발 도구를 포함하고 있으며, 리눅스에는 DBMS, 자바 가상 머신, 문서 작성, HTML 에디터, 멀티미디어 저작 도구, 각종 CAD 툴 등 거의 모든 종류의 개발 도구가 제공된다. 또한 최근에는 상업용 개발 도구와 같은 형태의, 사용자 인터페이스가 크게 개선된 통합 개발 환경을 만들기 위한 프로젝트로 진행 중이다. 리눅스는 또한 완전한 운영체제로서, 최근에 내장형 시스템이 복잡해지면서 대두되는 메모리 보호-커널과 응용 프로그램, 응용 프로그램과 응용 프로그램 사이의-문제를 이미 해결하고 있어 한 응용 프로그램의 문제가 전체 시스템의 장애로 이어지는 사태를 막을 수 있다. 각 응용 프로그램이 스스로의 메모리 사용

모형을 설정할 수 있어 다수의 엔지니어가 하나의 내장형 응용 프로그램을 공동 개발할 때, 기존의 소규모 내장형 운영체제에 비하여 개발 및 보수 유지 단계에서 높은 생산성을 유지할 수 있다.

리눅스는 현재 x86, 68xxx, Mips, PowerPC, Alpha, ARM, Sparc 등 거의 모든 CPU를 대상으로 이미 이식되었거나, 이식 작업이 진행 중이다. 또한 소규모 내장 시스템에의 사용을 위하여 16 비트 프로세서에 적용 가능한 리눅스 개발 프로젝트 등 다양한 리눅스 변종에 관한 프로젝트들도 진행 중이다. 또 PCI, SBUS와 SCSI, PCMCIA 등 주요 버스 시스템을 지원함으로써 표준적인 버스를 사용하는 어떤 장치를 사용할 수 있는 기반을 확보하고 있으며 이미 무수히 많은 하드웨어 장치를 지원함으로써 리눅스의 하드웨어 호환성 문제를 거의 해소하고 있다. 또 리눅스는 네트워크 프로토콜 스택과 POSIX API, 쓰레드, X 윈도우 시스템, CORBA, 그밖에도 현재 계속 진화가 되고 있는 소프트웨어적인 환경들을 수용하고 있기 때문에 응용 프로그램의 이식성도 뛰어나다. 이 사실은 점점 응용이 다양해져 가는 내장형 시스템에 필요한 하드웨어, 소프트웨어를 추가적인 자원을 거의 들이지 않고 확보할 수 있다는 것을 의미한다.

3. 내장형 리눅스에서 해결되어야 할 기술적 문제점들

현재까지 만들어진 대부분의 내장형 리눅스는 데스크 탑에 사용하던 리눅스를 그대로 이식하고 내장형 시스템이 지원하는 하드웨어를 위한 드라이버를 추가하는 수준인 경우가 많아 아직 개선되어야 될 문제점들을 갖고 있다. 이 절에서는 이러한 문제들을 나열하고 그 해결을 위한 노력들을 살펴보도록 한다.

3.1 실시간처리 지원

상당히 많은 내장형 시스템은 엄격함의 차이는 있지만 나름대로의 실시간 요구 사항들을 가지고 있다. 리눅스는 시분할 서비스 환경 즉 공평한 서비스를 목표로 하는 환경을 위하여 만들어진 운영체제이기 때문에 다른 일반적인 유닉스 시스

템들과 마찬가지로 리눅스도 실시간 환경에 적용 되는데 원초적인 어려움이 있다. 문맥 교환(context switch), 인터럽트 응답 시간이 길고, 실시간 시스템에서 프로세스가 내포하고 있는 시간적 중요성에 의거한 스케줄을 하지 않는다는 점등이 대표적인 문제이며 응용 프로그램과 커널의 주소 공간이 분리됨으로써 기본적인 리눅스의 프로그램 방법론(커널과 응용 프로그램의 역할 분담)을 따라 응용 프로그램이 만들어지는 경우 응용 프로그램의 시간적 요구 사항들을 만족시킬 수 없는 경우가 발생할 수 있다.

이 문제에 대한 해결책은 리눅스를 실시간 시스템에서 사용할 수 있도록 하려는 노력들에서 찾아볼 수 있다. 가장 두드러진 연구로는 뉴멕시코 대학의 RT-Linux[1] 프로젝트를 들 수 있다. RT-Linux의 기본적인 아이디어는 엄격한 실시간 커널을 두고 그 스케줄러가 실시간 태스크와 리눅스 운영체제를 스케줄 한다는 것이다. 모든 인터럽트는 실시간 커널에서 처리되며 실시간 태스크와 리눅스 상의 응용 프로그램 사이의 데이터 전달 경로가 제공되어 일반적인 응용 프로그램들과 실시간 태스크가 협력하여 작업을 수행할 수 있다. RT-Linux와 그와 유사한 기법들(RTAI [4], ART-Linux [5])이 현재 많은 리눅스의 실시간 응용 연구에 이용되고 있다. RT-Linux의 경우 실시간 태스크와 일반 리눅스 응용 프로그램이 공존할 수는 있으나 실시간 태스크에서는 전혀 리눅스의 기능을 이용할 수 없다는 단점이 있다. 또 다른 연구로는 캔서스 대학의 KURT[3] 연구가 있다. KURT는 RT-Linux에 비하여 조금은 덜 정밀한 시간 단위는 하지만 태스크를 주기적으로 실행시켜주는 방법을 CPU 내부의 카운터와 하드웨어 타이머를 직접 프로그램 하는 방법으로 구현하고 있다. KURT는 실시간 태스크를 보통의 리눅스 응용 프로그램과 같은 모양으로 만들 수 있지만 ATM 트래픽 생성과 같은 특정한 응용 프로그램을 대상으로 만들어져 일반적인 응용 프로그램에서의 사용에는 제한이 있는 편이다. 하지만 위 두 연구는 리눅스에서 실시간 스케줄을 위한 중요한 시금석을 제공하였고 다른 많은 관련 연구의 기초가 되고 있다.

3.2 소형화

리눅스가 내장형 시스템에서 사용되기 위하여 해결하여야 할 또 다른 문제는 메모리 사용량에 관한 것이다. 리눅스는 완전한 운영체제로서 코드 영역과 운영체제 자체가 유지하는 자료 구조를 위하여 기존의 내장형 운영체제에 비하여 많은 양의 메모리를 요구한다¹⁾. 메모리 반도체의 가격이 점점 낮아지고 있으나 아직도 메모리 가격은 CPU, 컬러 LCD 등과 함께 휴대형 내장형 시스템의 가격에 영향을 끼치는 가장 중요한 요소 가운데 하나이다 따라서 내장형 시스템에 사용되기 위해서는 리눅스가 사용하는 메모리를 더 작게 만들어야 할 필요가 있다. 내장형 시스템에 필수 불가결한 부분만을 포함하는 커널과 X 윈도우 시스템 대신 소규모의 윈도우 시스템을 가정하면, 리눅스의 경우 4M 바이트 정도의 메모리에 수용 가능하다고 본다. 이 크기는 결국 내장형 시스템 영역에서도 경쟁 관계에 놓일 것으로 예상되는 마이크로소프트의 윈도우즈 CE가 적어도 6 ~ 8M 바이트를 필요로 하는 것과 비교하면 아직도 리눅스가 메모리 사용량 면에서는 경쟁력이 있음을 의미한다.

하지만 메모리 사용량을 줄이기 위한 노력은 쉬운 일이 아니다. 먼저 커널 코드의 경우 모듈화 되어 바로 떼어낼 수 있는 부분이 전체 커널에 비하면 상대적으로 작고, 커널 데이터의 경우도 내장형 시스템의 특성상 당연히 줄일 수 있는 부분(예, 멀티 유저 지원)을 제외하면, 심각한 손실을 해야만 떼어낼 수 있기 때문에 커널의 안정성과 성능을 유지하면서 크기를 줄이기가 쉽지 않다. 또한 내장형 시스템이 GUI를 필요로 할 때 리눅스 응용 프로그램들의 기본적인 GUI인 X 윈도우 시스템을 메모리 사용량 때문 포기한다면, 응용 프로그램들을 제외한 다른 환경에 이

1) 데스크탑 용으로 만들어진 리눅스의 경우 구성에 따라 다소 차이는 있지만 커널의 코드 부분이 대개 800K 바이트 정도, 정적 데이터가 250K를 차지하며 기본적으로 할당되는 동적 영역이 1M 바이트 정도이고, 버퍼, 파일 캐쉬 등이 파일 시스템, 남은 메모리 공간 상황에 따라 할당되고 있다. 또 전형적인 X 윈도우 서버가 4M 바이트 이상-공유된 영역이 있기는 하지만을 사용하며 넷스케이프 브라우저는 10M 바이트 정도를 기본을 사용하고 있다.

식하거나 새로 작성하여야하는 어려움이 생기기 때문에 어려운 선택이 되고 만다.

현재로서는 PDA, Palm 사이즈 PC가 보급되면서 리눅스를 혁신적으로 다운사이징하여 이식하는 작업과 X 윈도우 시스템을 대체하기 위한 작은 윈도우 시스템들이 실험 단계에 있는 상태이다. 하지만 이 작업의 대부분은 기존 응용 프로그램들과의 호환성 문제가 심각하게 고려되지 않은 상태에서 개별적으로 진행되고 있기 때문에 실제 환경에 적용되기에는 좀 더 시간이 필요할 것으로 관측된다.

3.3 절전모드 지원

휴대용 시스템에서 가장 중요한 문제 가운데 하나는 배터리의 수명이다. 리눅스는 그 기반이 데스크 탑이었기 때문에 윈도우즈나 PDA를 위한 운영체제와는 달리 절전 모드에 대한 지원이 아주 초보적인 수준이다. 따라서 휴대용 시스템을 위한 운영체제로서 사용되기 위해서는 절전 모드에 대한 지원이 필수적이다. 리눅스에서는 절전에 관한 하드웨어, 소프트웨어의 역할에 관한 표준이 없는 상태이기 때문에 지금으로서는 각 프로세스들의 상태, 응용 프로그램의 동작, 장치의 사용 등을 고려하여 최적의 전원 관리가 내장형 시스템 개발자의 몫으로 남아있는 상태이다. 다행히 휴대용 장치에서 가장 전기를 많이 소모하는 장치로 꼽히는 CPU와 LCD 조명의 전원 사용에 관하여는 단순한 알고리즘에 의한 제어만으로도 상당한 효과를 볼 수 있지만, 휴대용 기기의 배터리의 수명은 시장에서의 성패를 좌우할 수도 있는 중요한 문제이기 때문에 최근에 이루어지고 있는 스케줄러를 고려한 CPU의 전압 및 동작 주파수 제어, 장치의 전원 제어에 관한 학문적인 연구들에 주목할 필요가 있다.

3.4 안정적 기술지원

리눅스는 수많은 개발자에 의해 만들어지고 유지된다. 넓은 개발자 기반은 중요한 장점이기도 하지만 공식적인 지원 체제의 부재는 운영체제 사용자에게 불안감으로 작용할 수도 있다. 현재 리눅스를 패키징화 하여 판매하는 여러 회사들이 제공하는 지원의 수준은 그들의 패키지에 담겨있는 개별 소프트웨어에 대한 것이 아니라 설치 및

사용에 관한 것이 전부이기 때문에 내장형 시스템에 리눅스를 사용하는 경우 그들에게 의존할 수 있는 것은 거의 없다. 현재 리눅스에 대하여 어떤 하드웨어나 소프트웨어가 리눅스에 적합하다는 순응 테스트와 인증을 하는 기관이 없다. 현재로서는 커널과 개발 도구에 관한 지원을 전문으로 하는 회사가 있거나 많이 생겨나고 있는 상태이므로 물론 비용 문제가 따르기는 하지만 리눅스가 점점 많이 사용되면서 이 문제는 조만간 해결될 수 있을 것으로 본다

리눅스를 이용한 내장형 시스템을 제조하는 업체의 경우는 운영체제 자체뿐만 아니라 내장형 시스템에 필요한 응용 프로그램, 또 필요하다면 하드웨어까지 전체의 솔루션과 지원을 한 업체로부터 받기를 원한다. 내장형 시스템 가운데 휴대폰이나 PDA 등 시장이 매우 큰 경우에 대하여는 그러한 One-stop 서비스를 해줄 수 있는 회사도 생겨나고 있다.

4. 내장형 운영체제 제품 현황

PDA, 스마트폰, 웹 스크린 폰, 셋톱 박스, 디지털 TV와 같은 소위 정보가전(Post-PC 혹은 Internet Appliance) 분야는 원래 실시간운영체제(RTOS) 고유의 시장이었다. 그러나, 앞 절에서 언급된 바와 같이 응용서비스의 다양화, 소프트웨어의 재활용이 중요한 이슈가 됨에 따라, 하드웨어 자원을 풍부하게 하는 대신, 소프트웨어에 무게 중심을 두어 범용 운영체제를 탑재하게 되었다. 작년과 금년에 출시된 PDA를 보면 일본, 미국 제조업체는 윈도우즈 CE를, Nokia, Psion 등 유럽업체는 Symbian의 EPOC[6]을, PalmPilot으로 유명한 팜컴퓨팅사는 자사의 PalmOS를 탑재하고 있다. 리눅스를 탑재한 제품 중 출시된 제품은 아직 없으나, 현재 국내 및 해외업체에서 리눅스를 탑재하기 위한 숨가쁜 경쟁을 진행하고 있다.

리눅스 업계 1위인 레드햇은 금년 11월 GNU 툴을 공급하는 회사로 알려져 있는 Cygnus를 인수할 것으로 발표했다 이 인수에는 약 6억달러가 소요되며 2000년 1월에 인수절차가 마무리될 예정이다. 레드햇은 금년 8월 주당 14달러에 주식을 공개하고 4개월만에 주가가 20배 수직 상승을 기록하여, 현재, 총 주식 가격이 약 25조원

에 이른 리눅스 대표회사이다. Cygnus는 GNUPro로 불리는 GNU 툴 키트, eCOS라는 소형 실시간 운영체제를 공급하고 있다. 레드햇은 Cygnus의 내장형 시스템에 관한 축적된 기술을 바탕으로 내장형 리눅스 분야에 진출할 계획인 것으로 알려져 있다.

칼데라는 금년 하반기 Lineo라는 자회사를 설립하고, Embedix[7]라는 내장형 리눅스를 공급할 계획을 밝힌 바 있다. Embedix는 우선 PowerPC와 x86계열의 프로세서를 대상으로 한 내장형 시스템 개발 도구를 2000년 4월 발표할 예정이다.

레드햇, 칼데라 등에서 내장형 시스템을 위해 운영체제 수준에서 어떠한 최적화 작업을 수행하고 있는지에 대한 기술적인 자료는 알려져 있지 않다.

국내의 팜팜테크는 SK텔레콤과 CDMA셀룰러 및 IMT-2000에 적용 가능한 리눅스 스마트 폰을 공동 개발하고 있으며, 2000년 6월 시제품을 선보일 예정이다. 팜팜테크는 리눅스를 이동 휴대기기에 대해 최적화시키기 위해서 실시간 기능

을 강화하고, 전력 관리 기능을 보장하고, 필요 메모리 크기를 줄이는 커널 수준의 경량화를 진행하고 있는 것으로 알려져 있다. 팜팜테크의 리눅스는 스마트 폰, PDA등 이동 휴대기기뿐만 아니라, 웹 스크린 폰, 영상전화기, 셋톱 박스, 디지털 TV 등에서 잘 사용될 수 있으며, 응용소프트웨어 간의 소스 수준 호환성을 유지하는 것으로 알려져 있다

이외에 컴팩은 1999년 중반, ITSY라는 리눅스 탑재 PDA 프로토타입을 발표한 적이 있으며, 국내 GMATE사가 쇼팽이라는 리눅스 PDA를 개발하고 있는 것으로 알려져 있고, 국내 OSK가 팜컴퓨팅사의 PalmPilot용으로 리눅스를 포팅하고 PalmOS 모사수행기를 개발한 바 있다. 이들은 모두 데스크톱 리눅스를 단순 포팅한 것으로 커널 수준의 최적화 작업은 이루어지지 않은 것으로 알려져 있다.

표 1과 표 2에서 지금까지 설명된 내장형 운영체제 제품들을 정리한다.

5. 결론

표 1 내장형 운영체제 제품 현황

운영체제	주관기관	특징
내장형 리눅스	팜팜테크, Lineo 외 다수	<ul style="list-style-type: none"> · 소스공개, 로열티 없음 · 검증된 안정성, · 풍부한 셰어웨어 및 프리웨어 · 광범위한 개발자 계층 · GUI로 X-Windows가 있으나, 경량 표준화된 GUI는 불확실. · 소프트 리얼타임 · 전통적 RTOS에 비해 사이즈 과대
윈도우즈 CE	Microsoft	<ul style="list-style-type: none"> · PC의 소프트웨어 개발환경과 유사 · 50MIPS 이상의 성능필요 · 마이크로커널방식으로 최소 250KB 필요, PDA등에서 사용하기 위해서는 약 4~6MB의 RAM 메모리 필요, · 소프트 리얼타임, · 고가
EPOC	Symbian	<ul style="list-style-type: none"> · Ericsson, Motorola, Psion, Nokia, Matsushita 공동출자 벤처기업 · 객체지향 미들웨어, GUI, Java 등 다양한 응용지원
PalmOS	팜컴퓨팅	<ul style="list-style-type: none"> · PDA 시장점유율 1위인 PalmPilot의 운영체제로 다른 제품에 상용으로 적용된 적 없음. · 세계적으로 1000여개의 협력업체에서 소프트웨어 공급

표 2 내장형 리눅스 제품 현황

운영체제	특징
팜팜테크의 post-PC용 리눅스	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트폰, 셋톱박스 등 post-PC에 최적화 · 실시간 기능 강화, 경량화, 전력관리 기능 부가 · 최소 1MB RAM, 1MB ROM과 플래쉬 필요. · 경량화 버전 X-Windows 사용 시, 2MB RAM, 1MB ROM 추가 필요. · SK 텔레콤과 CDMA/IMT-2000 리눅스 스마트 폰 공동 개발 중
Lineo(Caldera)의 Embedix	<ul style="list-style-type: none"> · 칼데라의 OpenLinux에 기반을 둔 내장형 리눅스. 상세 기술 내용 알려져 있지 않음 · PowerPC와 x86계열의 프로세서를 목표로 2000년 4월 발표예정이며, 추후 MIPS, ARM으로 확장 예정. · 최소 RAM 4MB, ROM 2MB 및 플래쉬 혹은 디스크장치 필요. · 웹브라우저, 그래픽 라이브러리 제공 예정 이 경우 5-8MB 플래쉬 및 16MB RAM 추가 필요.
뉴멕시코대학의 RTLinux	<ul style="list-style-type: none"> · 하드 리얼타임 콘트롤 프로그램을 위해 확장된 리눅스 · 실시간커널에서 비실시간 리눅스 커널을 우선 순위가 낮은 태스크로 운용 · 상업화 버전[2]으로 사용중
Lynx의 LynxOS[8]	<ul style="list-style-type: none"> · 내장형 시스템용으로 변형한 리눅스 · 공개된 기술자료 없음. 2000년 초 발표예정 · LynxOS는 리눅스 어플리케이션이 바이너리 수준에서 호환되는 실시간 운영체제.
LinuxCE[9]	<ul style="list-style-type: none"> · 윈도우즈 CE용으로 개발된 Handheld Device에 포팅되는 리눅스의 통칭. · NEC의 VR시리즈 프로세서 (카시오의 E-105등), 필립스의 Nino PDA에 포팅되어 있음.
기타	<ul style="list-style-type: none"> · 컴팩, GMATE, OSK 등에서 특정 제품용으로 포팅한 리눅스 다수 있음.

많은 정보통신 분야 전문가들은 21세기는 내장형 시스템 기술을 바탕으로한 네트워크 가전 (혹은 정보가전)의 시대임을 예측하고 있다. 심지어 PC의 시대는 막을 내릴 것이라는 성급한 예견들도 있다. 과연 어떨지는 좀 더 기다려 봐야 하겠지만 네트워크 가전제품들이 갖는 경제적·산업적 중요성은 매우 클 것으로 판단된다. 실제 이러한 제품 시장을 놓고 이미 선진국들에서는 국가간·기업간의 치열한 기술경쟁이 시작되었다. 국내 주요 정보통신업체 및 일부 벤처기업들도 이미 경쟁에 뛰어 들었거나 곧 뛰어 들 준비를 하고 있다.

이러한 숨가쁜 기술경쟁에서 주요한 이슈 중에 하나가 어떤 운영체제를 기반으로 해서 내장형 소프트웨어를 구축하느냐이다. 이런 관점에서 현

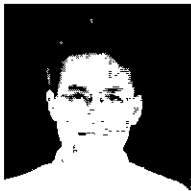
재 가장 주목받고 있는 운영체제가 리눅스이다. 본 고에서는 내장형 운영체제로서 리눅스의 장점들과 아직 해결되어야 할 기술적 문제점들을 살펴보고, 구체적으로 현재 시장에 나와 있거나 개발중인 제품들을 정리해 보았다.

아직은 리눅스가 내장형 운영체제로서 시장을 얼마나 주도할 지에 대해 판단을 내리는 것은 이르다고 본다. 그러나 이 글에서 살펴본 사실들을 고려할 때 리눅스가 강력한 시장 영향력을 가질 수 있을 것은 분명하다고 본다. 그런 의미에서 최근 국내에서 내장형 리눅스에 대한 관심 고조는 다행스러운 일이라고 생각되며, 앞으로 보다 더 그러한 연구개발 활동들이 활성화 되길 바라며, 이 글이 그러한 활성화에 조금이나마 도움이 되길 바란다.

참고문헌

- [1] 연구용 RT-Linux homepage. [http:// www.rtlinux.org](http://www.rtlinux.org)
- [2] 상업용 RT-Linux homepage. [http:// www.rtlinux.com](http://www.rtlinux.com)
- [3] KURT homepage. <http://hegel.ittc.ukans.edu/projects/kurt>
- [4] RTAI homepage. <http://www.aero.polimi.it/projects/rtai>
- [5] ART Linux homepage. <http://www.etl.go.jp/etl/robotics/Projects/ART-Linux>
- [6] Symbian homepage. <http://www.symbian.com>
- [7] Lineo homepage. <http://www.lineo.com>
- [8] Lynx homepage. <http://www.lynx.com>
- [9] LinuxCE. <http://www.linuxce.org>

정갑주



- 1984 서울대학교 공과대학 컴퓨터 공학과 공학 학사
- 1986 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학 석사
- 1995 New York University 전산학 박사
- 1995 ~ 1996 University of Florida. Postdoc Researcher
- 1996 ~ 1997 Cornell University, Visiting Research Fellow

1997 ~ 현재 건국대학교 컴퓨터공학과 조교수
 관심분야 분산컴퓨팅, 장애허용, 리눅스, 내장형 시스템
 E-mail: jcong@cse.konkuk.ac.kr

이민석



- 1986 서울대학교 공과대학 컴퓨터 공학과 공학 학사
- 1988 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학 석사
- 1995 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학 박사
- 1990 ~ 1993 (주) 이미지시스템, X 윈도우 시스템, TCP/IP 관련 개발
- 1998 ~ 1999 North Carolina State University, Postdoc Researcher

1995 ~ 현재 한성대학교 정보전산학부 조교수
 관심분야 실시간 컴퓨팅, 내장형 시스템, 컴퓨터구조
 E-mail mslee@hansung.ac.kr

최건



- 1984 서울대학교 공과대학 컴퓨터 공학과 공학 학사
- 1987 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학 석사
- 1994 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학 박사
- 1994 ~ 1998 SK텔레콤 기획조정실 중앙연구원
- 1998 국회의원보좌관
- 1998 ~ 현재 팜팜테크(주) 대표이사

관심분야:무선데이터통신, 내장형 시스템
 E-mail gchoe@palmpalm.co.kr