

主 題

정보가전용 임베디드 운영체제 기술

전자통신연구원 김 선 자, 김 홍 남, 김 채 규

차 례

- I. 개요
- II. 임베디드 운영체제의 특징
- III. 정보가전용 운영체제 개발 동향
- IV. 맺음말

I. 개요

공장 제어 시스템, 군사 기기, 항공 우주 및 통신 시스템 등 특수한 목적의 기기로 사용되던 임베디드 시스템은 80년대 PC의 보급에 이어 90년대 인터넷 및 무선 통신의 활성화로 보다 다양한 기능을 갖는 기기로 그 활용 분야가 넓어지게 되었다. 즉 광대역 무선 통신 인프라가 구축되고 인터넷상의 정보 및 인터넷 서비스를 일반 가정에서도 사용할 수 있게 됨에 따라 다양하고 새로운 응용 분야가 나타나게 되었다. 이에 간편한 휴대 및 인터넷 접속 기능, 멀티미디어 서비스, 무선 통신 서비스, DTV 방송 수신 등의 다양한 목적의 정보 기기(Information Appliance)로써 임베디드 시스템이 등장하였다. 특히 초고속 통신망이 일반화되고 디지털 가전 제품이 등장함에 따라 서로 연결되어 데이터를 송수신하는 인터넷 정보 가전 기기들이 등장한다.

즉 인터넷 정보가전 기기란 집안의 유무선 홈 네트워크와 집 밖의 인터넷을 연동하여 가전 기기 및 정

보 기기를 제어하거나 활용할 수 있는 기기를 말한다. 가정 내 기기들은 전화선, Bluetooth 및 무선 LAN과 같은 무선 홈 네트워크와 IEEE 1394, USB, 전력선(PLC) 등의 유선 홈 네트워크를 통해 연결되며, 사용자는 집안 및 집 밖에서 유무선 정보 통신망에 연결된 단말을 통해 정보 기술 및 통신 기술을 이용한 여러 가지 형태의 서비스를 제공받을 수 있다.

이러한 임베디드 시스템의 발전에 따라 임베디드 운영체제도 새로운 요구사항에 직면하게 되었다. 제어 기기 및 통신 기기등에 내장되어 특수한 목적의 제어 프로그램을 실행시키는 것을 목적으로 하는 수준에서 유무선 통신 및 멀티미디어 서비스 등의 다양한 서비스를 지원하는 운영체제가 필요하게 되었다. 그리고 이러한 운영체제 시장은 휴대 단말의 성장세에 힘입어 1999년 491백만달러에서 2000년 666백만달러로 36%의 증가를 보이고 있으며, 앞으로 2005년에는 2,815백만 달러로 매년 33.4%의 높은 성장율을 나타낼 것이다[1,2]. 특히 IDC에 따르면

2002년에 휴대 단말 및 정보가전기기를 포함한 임베디드 시스템이 PC 시장을 앞설 것으로 전망하고 있다.

본 고에서는 임베디드 시스템의 새로운 적용 분야인 정보가전기기 산업에 있어서 기반이 되는 임베디드 운영체제의 기술 동향 및 시장 동향에 대해 기술한다. 먼저 2장에서는 임베디드 운영체제의 특징을 전통적인 실시간 운영체제와 새로운 분야를 지원하기 위한 운영체제 특징으로 나누어 설명한다. 3장에서는 정보가전용 운영체제의 개발 동향을 소개하고 4장에서 결론으로 맺는다.

II. 임베디드 운영체제의 특징

인터넷 정보가전용 운영체제의 기술 동향에 대해 논의하기에 앞서 본 장에서는 임베디드 운영체제의 특징에 대해 살펴본다. 임베디드 운영체제는 그 실시간 처리의 제한 조건을 기준으로 경성 실시간 운영체제(Hard Real-Time OS)와 연성 실시간 운영체제(Soft Real-Time OS)로 나눌 수 있으며, 응용 프로그램의 실행 환경에 따라 쓰레드 기반 운영체제(thread-based RTOS)와 프로세스 기반 운영체제(process-based RTOS)로 분류할 수 있다. 이러한 종류에 따라 임베디드 운영체제의 특징 및 적용 분야가 다르게 나타나므로 임베디드 운영체제의 특징에 대해 논의하기에 앞서 이러한 분류에 대해 먼저 간략하게 기술한다.

1. 쓰레드 기반과 프로세스 기반

임베디드 운영체제는 응용의 수행환경에 따라 쓰레드 기반 운영체제와 프로세스 기반 운영체제로 분류할 수 있다. 즉 쓰레드 기반 운영체제는 운영체제 커널과 응용 프로그램이 동일한 실행 환경, 즉 주소 공간을 공유한다. 따라서 응용 프로그램이 커널 쓰레

드와 동일한 주소 공간에서 동작하는 쓰레드로 실행되어 문맥 교환 시간(context-switching time)이 빠르고 커널 자원을 제한 없이 사용할 수 있다. 그러나 응용 프로그램의 오류가 시스템 전체를 손상시킬 수 있는 단점이 있으며 새로운 기능 추가가 어렵다. 주로 전문적인 소수의 작업을 위한 소규모 시스템에서 사용된다. WindRiver의 VxWorks[3], 및 pSOS[4], Accelerate의 Nucleus Plus[5], μ C/OS[6] 등이 이에 해당한다.

프로세스 기반 운영체제는 응용 프로그램과 운영체제 커널이 프로세스 수행 모델을 따른다. 즉 응용 프로그램은 커널과 다른 주소 공간에서 실행되며, 따라서 프로그램이 수행되는 실행 모드는 단계별로 권한이 다르게 주어진다. 응용 프로그램의 프로세스는 운영체제 커널이 관리하는 자원을 직접 사용할 수 없으며 커널을 통해서만 가능하다. 응용 프로그램 수행이 커널 수행과 분리되므로 응용 프로그램의 오류로 인해 쓰레드 기반 운영체제에서와 같은 심각한 손상은 발생하지 않는다. 따라서 복잡하고 다양한 응용 서비스가 필요한 임베디드 시스템에서 주로 활용된다. 대부분의 UNIX 운영체제가 이러한 구조를 가지며 임베디드 운영체제 중에서도 MicroSoft의 Windows CE[7], Windows NT Embedded 4.0 및 Embedded Linux[8]가 이러한 범주에 속한다.

2. 연성 실시간과 경성 실시간 처리

논리의 정확성 뿐만 아니라 시간의 정확성이 요구되는 실시간 시스템은 그 시간의 제약 정도에 따라 연성 실시간(Soft Real-Time)과 경성 실시간(Hard Real-Time)시스템으로 나뉜다. 경성 실시간 시스템은 시스템 동작 시간의 정확성을 매우 정밀하게 보장하여야 하는 시스템으로 미사일 제어 시스템, 원자력 발전 제어 시스템 등과 같이 시간 제한이 준수되지 않았을 때 심각한 손상을 가져오는 분야에

주로 사용된다.

반면, 연성 실시간 시스템은 시스템 응답에 대한 시간의 제약이 있으나 이러한 제약 사항이 지켜지지 않더라도 비교적 손해가 심각하지 않은 시스템이다. 시간 제한이 지켜지지 않는 경우 작업이 무의미해지거나 작업의 결과가 무의미하게 되는 경우이다. 예를 들어 집안에서 VOD(Video-on-Demand) 서버로부터 영상 자료를 전송받을 때 실시간 처리의 제약 사항이 지켜지지 않은 경우 잠시 화면이 일그러지는 정도의 손상만 입는다. 이렇게 인터넷 정보기전 시스템은 시간적 정확성이 아주 정밀하지는 않으나 어느 정도는 보장해 줄 수 있는 연성 실시간 처리 시스템으로도 충분한 것으로 조사되고 있다.

3. 임베디드 운영체제의 기본 기능

오랜 역사를 가진 임베디드 시스템이 그 기능이 다양화 되기 이전에는 대부분 경성 실시간 시스템이 주종을 이루었으며 따라서 안정성과 신뢰성이 무엇보다 중요하게 고려되었다. 이러한 시스템에서 사용되는 임베디드 운영체제는 기본적으로 다음과 같은 기능이 요구된다.

가. 실시간 처리

대부분 제한된 시간 이내에 요구사항을 처리하여야 하는 실시간 시스템으로써 운영체제도 이러한 시스템 응답성을 만족하여야 한다. 응답성을 만족하기 위해서는 태스크의 실시간 스케줄링 및 비동기적 이벤트의 효율적 처리가 요구된다. 즉 태스크 수행시 최악의 경우의 지연 시간(worst-case latency)을 보장하는 예측 가능한 실시간 스케줄링 메커니즘을 지원하여야 한다. 응답성 만족에 중요한 요소의 다른 하나는 비동기적 이벤트(asynchronous event)의 처리이다. 비동기적 이벤트에 대해 최대 지연 시간을 보장함으로써 외부 사건에 대한 시스템 응답성을 만족하여 준다.

나. 멀티태스킹

실시간 시스템의 응용은 주로 다양한 사건들이 동시에 서로 영향을 미치면서 실행된다. 따라서 응용의 실행 단위를 태스크로 정의할 때 멀티태스킹을 통해 실시간 응용을 처리하는 것이 프로그래밍이 용이하고 또한 시스템의 병행성(concurrency)을 지원할 수 있다. 멀티태스킹은 운영체제 커널 내의 실행 단위에 따라 멀티 쓰레딩 또는 멀티 프로세싱을 통해 구현된다. 다수의 쓰레드 또는 프로세스의 동시 실행은 공유 자원에 대한 상호 배제(mutual exclusion)를 보장해 주어야 한다.

다. 태스크간 통신 및 동기화

멀티 태스킹 지원시 태스크간 통신이나 동기화 메커니즘이 제공되어 서로 통신할 수 있어야 한다. 태스크간 통신은 메시지 전달 또는 공유 메모리를 사용하여 구현된다.

라. 제한된 자원의 효율적 사용

임베디드 시스템은 활용할 수 있는 자원이 매우 제한되어 있는 경우가 일반적이므로 제한된 자원하에서 동작할 수 있도록 고려하여야 한다. 즉 작은 크기의 메모리 환경에서도 동작할 수 있어야 하거나 디스크가 없는 시스템에서도 동작할 수 있어야 한다.

마. 편리한 사용자 개발 도구 지원

임베디드 시스템 개발자는 운영체제 상에서 목적한 서비스를 수행하기 위한 응용 프로그램을 개발한다. 보통 최종 개발 시스템은 제한된 자원을 가지고 있는 경우가 대부분이므로 별도의 개발 시스템에서 응용 프로그램을 개발하고 최종 목표 시스템에 이미지를 설치, 구동시키는 경우가 많다. 이러한 경우를 이질적인(heterogeneous) 개발 환경이라고 한다. 이질적인 혹은 목표 시스템에서 직접 개발하는 동질적인(homogeneous) 시스템 환경에서 사용자에게 편리한 응용 개발 환경 및 목표 시스템 구동 환경을

제공하는 것은 임베디드 운영체제의 중요한 기능으로 간주된다.

4. 정보가전용 운영체제의 특징

정보가전용 운영체제는 기존의 임베디드 운영체제가 갖는 특성 외에 다음과 같은 특성을 갖는다.

가. 다양한 서비스 지원

정보가전기기는 특수 목적의 한 두 가지 서비스만을 위해 사용되던 기존의 임베디드 시스템과 달리 유선 및 무선 통신, 그래픽, 오디오, 동영상 등과 같은 멀티미디어 서비스, 인터넷 접속 등과 같은 다양한 서비스의 지원을 요구한다. 따라서 운영체제는 이러한 서비스 지원을 위한 처리 기능을 제공하여야 하며 또한 성능을 보장하여야 한다.

나. 정보가전기기의 특성 지원

정보가전기용 운영체제는 데스크탑 컴퓨터나 서버와 달리 집안에서 사용하는 가전 기기로서의 특징을 지원하여야 한다. 예를 들어 시스템을 켜 두는 시간이 많으므로 저전력 지원 기능이 필요하고 스위칭-온과 같이 가전 기기처럼 짧은 시간 안에 부팅되는 기능이 필요하다. 저전력 지원 기능은 시스템 동작 상태에 따라 하드웨어가 제공하는 저전력 기능을 제어 및 관리하여 전력 소모를 줄이고자 하는 기능으로 인텔 계열 하드웨어의 ACPI(Advanced Configuration and Power Interface)[9] 규격 지원 및 DVS(Dynamic Voltage Scaling) 기능 지원 등과 같은 연구가 있다.

다. 다양한 사용자 계층 지원

기존의 컴퓨터 시스템이나 임베디드 시스템과 달리 정보가전기기는 비전문적인 일반 사용자 계층을 수용하여야 한다. 따라서 시스템을 켜고 끄는 것, 관리 방법, 사용 방법 등이 간단하고 편리하여야 하며

이를 위한 사용자 인터페이스가 제공되어야 한다. 특히 휴대 단말과 같은 이동형 소규모 기기에서는 임베디드 브라우저를 통해 모든 원격 서비스를 수행할 수 있는 환경으로 나아가고 있다.

라. 다양한 계층의 플랫폼 지원

정보가전기기는 PDA, 스마트 폰과 같은 휴대 단말에서부터 홈 게이트웨이, 홈 서버와 같은 PC급 시스템에 이르기까지 다양한 플랫폼에서 활용될 수 있어야 한다. 따라서 각 플랫폼의 규모 및 응용에 적합한 최적의 시스템을 구성하여 주는 기능이 필요하다.

마. 다양한 디바이스 드라이버 지원

정보가전기기는 집안의 다양한 기기들이 IEEE1394, USB, PLC 등의 유선 및 Bluetooth, Wireless LAN, IrDA 등의 무선 네트워크로 연결되어 제어될 수 있어야 하므로 정보가전기용 운영체제는 이들 유무선 통신 장치를 지원하여야 한다. 또한 홈 게이트웨이나 홈 서버는 집 밖의 통신망과도 연결되어야 하므로 광대역 통신망과의 인터페이스를 지원하여야 한다.

Ⅲ. 정보가전용 운영체제 개발 동향

앞 장에서는 임베디드 운영체제가 기존의 전통적인 실시간 운영체제의 기능에 더해, 새로이 요구되는 기능을 살펴보았다. 본 장에서는 정보가전용 임베디드 운영체제의 현재 개발 동향 및 문제점 등을 살펴보기로 한다. 정보가전용 운영체제를 기존의 임베디드 실시간 운영체제, 범용 운영체제 및 새로운 운영체제 개발로 나누어 설명한다.

1. 전용 실시간 운영체제

Wind River Systems의 VxWorks, QNX

Software Systems의 QNX[10], LynuxWorks의 LynxOS 등과 같은 전용 실시간 운영체제는 빠른 멀티태스킹, 인터럽트 및 스케줄링 등의 우수한 실시간 처리 기능과 제한된 자원의 효율적 사용, 편리하고 다양한 개발 환경 도구 등의 임베디드용 기능을 기반으로 새로운 임베디드 시스템 분야에도 진출을 꾀하고 있다. 이를 위해 기존의 실시간 운영체제 기능 외에 유무선 통신 제공, 임베디드 브라우저, HTTP 지원, 멀티미디어 처리 등의 새로운 기능 추가가 필요하다. 그러나 대부분 쓰레드 기반 구조를 가지고 있으며 독자적인 API를 가지고 있어서 이러한 새로운 기능 추가가 쉽지 않을 것으로 보인다.

Tornado라는 막강한 개발 도구를 기반으로 전용 실시간 운영체제에서 가장 튼튼한 기반을 가지고 있는 VxWorks는 pSOS의 합병에 이어 eNavigator, XINC, ICEsoft 등의 기술 인수를 통해 인터넷, 그래픽 및 자바 솔루션 제공을 위해 노력하고 있으며 최근에는 Xact Corp.을 인수하여 스위칭 기술을 획득, TINA(Tornado for Intelligent Network Acceleration)를 발표, 공용 네트워크 망 장비 시장에도 진출하였다. 이 그룹의 운영체제들은 기존의 산업 및 기기 제어, 우주 등의 제어 분야 및 통신 장비나 정보기전과 같은 새로운 분야의 두 가지 모두를 타겟으로 지원하는 운영체제로 발전할 것으로 보인다.

국내에서는 한국전자통신연구원이 1998년 11월부터 2000년 12월까지 전용 실시간 운영체제 Qplus-T를 개발하였다. Qplus-T는 쓰레드 기반의 운영체제로 경성 실시간 처리를 지원하고 Tornado와 비슷한 기능의 통합 사용자 개발 도구를 제공한다. 최근 SA1110 하드웨어 플랫폼을 추가하여 기술을 공개, 국내 운영체제 기술의 한단계 높은 발전을 기대하고 있다.

2. 범용 운영체제 기반의 RTOS

임베디드 시스템에서도 앞서 언급하였던 다양한

기능을 요구하게 됨에 따라 이미 이러한 기능을 제공하고 있는 데스크탑 및 서버용 운영체제를 기반으로 실시간 처리 기능 추가 및 제한된 자원에서 효율적으로 동작할 수 있도록 변경하여 임베디드 시스템에 적용하는 것이 효과적일 수도 있다. 마이크로소프트의 Windows NT Embedded 4.0 및 Windows CE, SUN의 Solaris, FSF(Free Software Foundation)의 Embedded Linux 등이 이러한 범주에 속한다. 이러한 운영체제들은 범용 시분할(Time-Sharing) 시스템용으로 설계된 구조를 기반으로 하므로 경성 실시간 시스템을 지원하기는 어려우며 연성 실시간 시스템을 만족하는 응용 분야를 타겟으로 한다. 이 중에서 Windows CE와 Embedded Linux에 대해 살펴 보기로 한다.

Windows CE는 임베디드 시스템용으로 새로이 디자인된 운영체제이지만 대부분의 Win32 API를 지원하므로 Windows 운영체제로 분류한다. 전체 Win32 API 중에서 임베디드용 시스템에 적합한 API를 지원한다. 버전 2.12에서 크게 미흡하였던 실시간 처리 기능이 버전 3.0부터 세마포 지원, 256단계의 우선 순위 스케줄링 등을 지원, 크게 강화되었다. TCP/IP, PPP, SLIP 및 IrDA 등의 통신 모듈과 FTP, HTTP, HTTPS를 통한 WinInet을 지원한다. 모듈화된 커널 구성(configuration)과 eMbedded Visual Tool이라는 개발 틀을 제공한다. 이는 임베디드 시스템 개발에 최적화된 embedded Visual Basic, eMbedded Visual C와 SDK(Software Development Kit) 등으로 구성된다.

Windows CE는 Windows Office와의 호환성 및 다양한 통신과 멀티미디어 처리 기능을 장점으로 임베디드 시스템 시장 진출에 성공한 것으로 평가된다. 그러나 운영체제에서 응용까지 독자적인 인터페이스를 구축하고 있어서 독점 체제에 대한 우려 및 높은 라이선스 비용이 부담이 되고 있다.

공개 진영(FSF, Free Software Foundation)

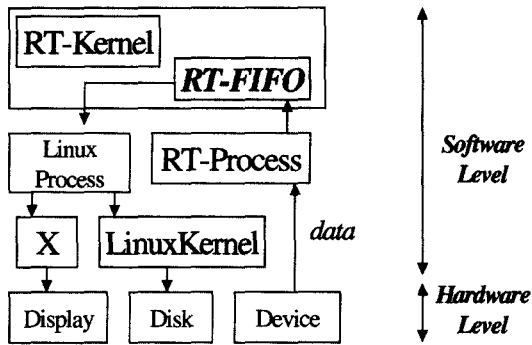


그림 1. RTLinux 실행 구조

의 기술 공개 정책에 의한 발전 모델을 가지고 있는 리눅스를 기반한 임베디드 리눅스[11][12][13][14]는 또다른 범용 운영체제 기반의 임베디드 운영체제이다. 무료의 라이선스 비용 및 다양한 개발자들에 의한 개발과 풍부한 기 개발된 응용의 활용 등 기존

의 공개 기술 개발 모델의 이점에 리눅스의 안정성과 신뢰성을 바탕으로 모듈화된 커널 및 다양한 디바이스 드라이버를 사용할 수 있다는 장점이 있다. 대표적인 것으로 Lineo의 Embedix, FSMLab의 RTLinux, Lynx System의 Blue Cat, Montavista의 Hard Hat Linux가 있다. 국내에서도 팜팜테크가 Tynux를 선보였으며 한국전자통신연구원은 2000년 11월부터 Qplus-P를 개발중이다. 또한 미지 리서치, 두울정보통신 등이 리눅스를 활용한 자체 임베디드 리눅스 제품을 개발하였다.

임베디드 리눅스는 실시간 처리 기능에 따라 크게 두 부류로 나눌 수 있다. 먼저 RTLinux[14]와 같이 실시간 운영체제의 실행 프로세스 또는 쓰레드로써 리눅스를 실행시키고 스케줄링이나 인터럽트 등의 실시간 처리는 기저의 실시간 운영체제가 실행하는 구조가 있다. 그림 1.은 RTLinux의 처리 구조를

표 1. 임베디드 리눅스용 시스템 개발 툴킷 비교

기능 \ 제품	Qplus-P Target Builder	Embedix Target Wizard	Montavista HardHat Linux	Red Hat ELDS
Integrated Config (kernel+app)	YES	YES	NO	NO
Config Language	CML2(+QPD)	ECD	?	XML
Dependency Resolving	YES	YES	NO	NO
Kernel Upgrade	Easy	Hard(Make ECD)	Easy	Easy
Package Maintenance method	RPM, SRPM	SRPM	prebuilt binary	SRPM
Library Optimization	YES	YES	YES	?
Deploy Method Support	GOOD	GOOD	POOR	POOR
Support Package	<20	>100	>100	?
Platform	x86	x86, PPC, StrongArm, SH, MIPS	x86, PPC, StrongArm, SH, MIPS	x86, PPC, StrongArm, SH
User Friendly	GOOD	VERY GOOD	POOR	POOR

나타낸다. 리눅스 프로세스가 RT-Kernel의 한 프로세스로 실행됨을 보여 준다.

Embedix, BlueCat 등이 이러한 구조를 가지며 최근 RedHat이 eCOS를 기반으로 RTLinux 구조를 따를 것으로 알려지고 있다. 경성 실시간 처리가 가능한 장점이 있으나 실시간 처리를 위해서는 독자적인 API를 사용하여야 하며 따라서 제공되는 서비스가 많지 않다.

또 다른 방향으로 기존의 범용 운영체제 구조의 리눅스 커널을 기반으로 연성 실시간 처리 기능을 패치 화일이나 실행 모듈로 추가하는 것이다. 대표적인 것이 HardHat Linux이다. HardHat에서는 프로세스 수에 무관한 스케줄링 시간을 보장하는 고정 스케줄링 시간 스케줄러와 SMP 커널의 임계 영역을 활용하여 커널 선점(preemption)을 위한 체크 포인트를 부여한 선점형 커널(Preemptive Kernel)의 패치를 발표하였다. 이와 같은 방식은 경성 실시간 처리는 지원할 수 없으나 기존의 리눅스 API를 통한 실시간 처리 기능을 제공하며 따라서 표준 POSIX 실시간 처리 API를 지원할 수 있고 실시간 처리 및 기타 다른 서비스용 API를 분리할 필요가 없는 장점이 있다.

전자는 주로 경성 실시간 처리 기능이 필요한 제어 시스템이나 통신 시스템용으로 활용되며 후자는 연성 실시간 처리의 보장으로 충분한 시스템에 활용될 것을 목표로 한다.

대부분의 임베디드 리눅스는 운영체제의 크기를 임베디드 시스템에 적합한 규모로 줄이고, 타겟 시스템에 적합한 기능으로 제품을 개발할 수 있는 편리한 시스템 개발 툴킷의 개발에 치중하여 있으며 편리한 GUI 및 embedded Visual Tool과 같은 응용 개발 도구의 개발이 요구되고 있다. 특히 최근에 각 임베디드 리눅스 회사마다 시스템 개발자에게 타겟 플랫폼에 적합한 운영체제 이미지를 구성하고 설치하는 개발 툴킷이 발표되고 있다[22]. 표 1은 대표적인 임베디드 리눅스의 시스템 개발 도구의 기능상 비교를

나타낸다. 표 1에서 나타난 바로 가장 뛰어난 개발 툴킷은 Embedix 사의 Target Wizard이나 한국 전자통신연구소에서 개발중인 임베디드 리눅스 기반의 운영체제 Qplus-P의 시스템 개발 툴킷이 표준 구성 언어(Configuration Language)인 CML2를 사용하고 커널과 응용의 통합 구성이 가능하며 사용자 인터페이스도 뛰어난 기능을 보여 주고 있어서 Target Wizard를 대체할 수 있을 것으로 기대되고 있다. Qplus-P는 이외에도 임베디드 그래픽 라이브러리와 그래픽 사용자 인터페이스, 빠른 운영체제 부팅을 지원하는 플래쉬 파일 시스템, JVM 및 자바 기반의 웹 브라우저를 제공한다.

3. 새로운 운영체제 개발

이 장에서는 전용 실시간 운영체제 및 범용 운영체제에 기반을 둔 임베디드 운영체제 외에 최근의 임베디드 시스템을 지원하기 위하여 새로이 개발된 운영체제 EPOC[15]와 PalmOS[16]에 대해 기술한다.

EPOC는 에릭슨, 노키아, 모토롤라, 파나소닉 등의 통신 단말 업체들이 주축이 되어 1998년 결성한 심비안(Symbian)에서 무선 정보기기(Wireless Information Device, WID)를 위해 설계한 운영체제이다. 작은 크기의 이동용 단말을 위해 메모리 등의 자원 사용이 시스템 서버에 의해 엄격히 제어되고 저전력 지원 기능을 갖는다. 광대역 무선 통신 및 블루투스과 같은 소규모 무선 통신을 모두 지원하며 다양한 통신 프로토콜을 제공한다. 또한 사용자에게 유무선 연결 변화를 알려주고 대비할 수 있는 기능을 제공한다. 운영체제는 엔진과 GUI 구성 요소로 나뉘어 각 플랫폼에 적합한 기능으로 구성될 수 있다. 작게는 스마트 폰에서 휴대용 통신기, 그리고 키보드를 갖춘 통신기기까지 다양한 기기를 지원하는 것을 목표로 하며 현재 스마트 폰, PDA, netBook 등의 다양한 정보기전 기기에 사용되고 있다.

또다른 새로운 운영체제로 3Com사의 PalmOS를 들 수 있다. PalmOS는 3Com의 PDA인 Palm시리즈의 운영체제로써 마이크로소프트가 초기 임베디드 시스템 시장에 적합한 제품을 출시하지 못하고 있을 때 그 틈새 시장을 공략하여 성공한 경우이다. 수년간에 걸친 개발로 이미 운영체제가 안정화되어 있고 3000종류 이상의 다양한 응용 프로그램이 제공되어 Palm시리즈가 세계 Handheld 시장의 68%를 점유하는 데 기여하였으며 최근 Handspring사의 Visor 등 채택하는 제품이 늘고 있다. 다만 지원하는 하드웨어 플랫폼이 제한적이어서 PDA 이외의 정보가전기기에서의 활용도는 아직 높지 않다.

IV. 맺음말

임베디드 시스템에 광역 통신망 및 인터넷의 사용, 디지털 가전 제품의 등장으로 정보가전기기라는 새로운 분야가 창출되었다. 정보가전기기에 있어서 운영체제는 제품의 시장 적기 출시와 다양한 플랫폼을 갖는 각 제품의 용도에 적합한 기능 제공 등으로 정보가전기기의 시장 경쟁력을 위해 필수적인 분야이다.

본 고에서는 이러한 정보가전기기의 운영체제로 크게 세 가지로 이러한 동향을 살펴보았다. 먼저 VxWorks와 QNX등과 같은 전용 실시간 운영체제 진영에서는 기존의 실시간 처리 및 임베디드 개발 환경에 적합한 기능을 기반으로 멀티미디어 처리, 유무선 통신 등의 새로운 기능을 추가하여 기존의 시장에 정보가전과 같은 새로운 임베디드 시장 진출을 꾀하고 있다. 반면에 Windows CE와 임베디드 리눅스는 범용 운영체제 기반의 임베디드 운영체제이다. Windows CE는 마이크로소프트 오피스와 호환성

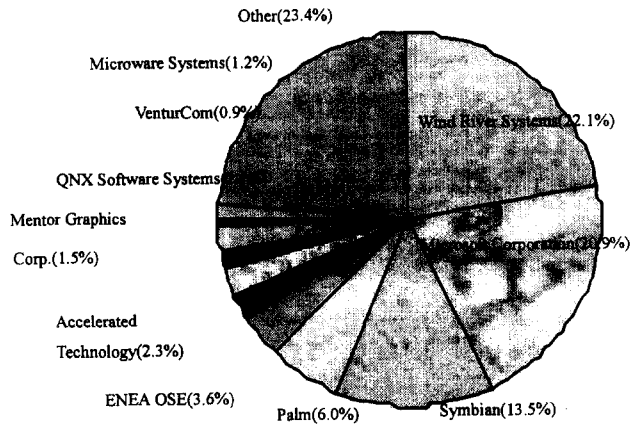


그림 2. 임베디드 운영체제 시장 점유율

을 제공하고 윈도우 기반의 개발 툴킷의 사용 가능성과 다양한 윈도우용 응용 프로그램을 사용할 수 있다는 장점에 힘입어 2001년 PDA와 같은 임베디드 시장에 성공적으로 진입하였다. 그러나 PC 환경에서와 같은 독립적인 체제 구축 우려와 상대적으로 고가의 라이선스 정책이 장벽이 되고 있다.

임베디드 리눅스는 리눅스를 기반으로 기 개발된 풍부한 응용을 활용할 수 있고 기술료가 무료인 장점을 기반으로 급속히 확산되어 임베디드 시스템에 적용하고자 하는 시도가 있어 왔다. 특히 임베디드 시스템 규모에 적합한 실행 이미지를 생성하고 시스템 개발 도구를 지원하는 등에 가시적인 결과를 보이고 있다. 그러나 아직 시제품에 탑재되는 수준에 그치고 있으며 앞으로 사용자 인터페이스와 편리한 응용 프로그램 개발 도구의 필요성이 증대하고 있다. 특히 임베디드 리눅스는 운영체제 개발자에게는 수익모델을 찾기 어렵다는 점이 걸림돌이 되고 있다.

반면 PalmOS는 마이크로소프트의 윈도우가 임베디드 시스템용 기능이 미흡한 초기 시장에 PDA와 같은 휴대용 단말을 타겟으로 하여 시장에 진출함으로써 성공한 경우이다. 앞으로 지원 플랫폼이 다양

화되면 계속하여 시장을 지킬 수 있을 것으로 전망되고 있다.

그림 2. 는 임베디드 시스템 운영체제의 시장 점유율을 나타낸다[1]. 대략 7개 업체가 전체 시장을 장악하고 있으며 특히 VxWorks와 Windows CE가 전체 시장의 43%를 차지하고 있다. 그러나 짧은 기간 안에 PC 시장에서와 같이 단일 운영체제에 의해 독점되지는 않고 다양한 운영체제가 공존할 것으로 보인다. 그림에서 임베디드 리눅스 운영체제는 아직 뚜렷한 수익을 내지 못하고 있다. 그러나 운영체제만이 아닌 임베디드 리눅스를 탑재한 제품의 시장 점유율을 비교하는 것이 임베디드 리눅스의 가치를 판단하는 척도가 될 수 있을 것으로 본다.

운영체제 환경(Operating Environments)이란 용어가 말해 주듯이 운영체제의 앞날은 단지 운영체제의 기능에 의해서만 결정되는 것은 아니다. 특히 임베디드 시스템에서는 다양한 하드웨어 플랫폼을 지원하는 것, 그리고 하드웨어 플랫폼 추가가 용이한 구조, 풍부한 응용의 제공 여부, 개발 도구의 기능과 편리한 인터페이스가 성공의 열쇠가 될 것으로 판단된다.

이런 맥락에서 임베디드 운영체제 API의 표준화는 응용 프로그램 계층에 운영체제의 호환성을 제공, 다양한 프로그램 개발을 촉진하므로 중요한 변수가 된다. 이에 따라 EL/IX[17], ELC[18] 등에서 POSIX[19][20]에 기반한 표준화 작업이 추진중이나 범용 운영체제 기반의 실시간 운영체제에서는 API를 임베디드용으로 제한하면 기 개발된 프로그램의 활용 가능성이 제한되는 역효과가 발생한다. 따라서 기 개발된 응용 프로그램의 활용성과 새로운 응용 프로그램의 효율성을 만족시키는 방법을 찾아나가야 할 것이다. 또한 다양한 임베디드 시스템용 디바이스의 드라이버 인터페이스에 대한 표준화도 시급한 실정이다.

개인 휴대 단말에서부터 홈 서버에 이르기까지 다양한 종류의 정보기전기기에서 사용될 수 있는 운영

체제를 개발하는 것은 쉽지 않다. 기기가 가지는 자원에서부터 동작하는 응용 프로그램의 종류 및 사용자 수준이 폭넓은 스펙트럼을 가지기 때문이다. 이에 따라 정보기전용 운영체제는 특정 플랫폼에서 그 기기에 최적의 기능 수행을 목표로 하는 것과, 다수의 플랫폼을 지원하기 위해 조립성과 이식성에 중점을 둔 제품 개발이 동시에 이루어지고 있으며 앞으로도 이러한 제품들이 시장에서 공존할 것으로 보인다.

국내에서도 인터넷 정보기전 산업 발전을 위해 핵심 기술인 운영체제 기술이 확보되어야 한다는 인식이 널리 공감되고 있으며 대부분 해외 상용 운영체제가 사용되던 환경에서 임베디드 리눅스 기반의 운영체제 자체 개발과 임베디드 리눅스를 채택한 제품이 출시되고 있다. 그러나 아직 개발 도구 및 사용자 인터페이스에 대한 개발은 미미한 실정이다. 따라서 임베디드 리눅스를 기반한 국내 정보기전용 운영체제 개발은 첫째, 플랫폼 지원과 시스템 모듈화를 지원하는 시스템 개발 툴킷과 embedded Visual Tool과 같은 응용 개발 도구를 지원하여 다양한 응용 프로그램의 개발을 촉진하고 둘째, 편리한 사용자 프로그램 및 그래픽 사용자 인터페이스의 제공, 셋째, 표준 인터페이스 채택으로 각 계층마다 하위 계층의 구조에 관계 없이 호환성을 제공하게 되면 국내 정보기전 산업의 국제적인 경쟁력을 기대할 수 있게 될 것이다.

※참고문헌

- [1] "Embedded and Handheld Operating Environments Market Forecast and Analysis, 2001-2005", IDC 2001
- [2] "Embedded and Handheld Operating Environments Market Forecast and Analysis, 2000-2004", IDC 2000
- [3] WindRiver, "VxWorks 5.4", <http://www.windrivers.com>
- [4] Integrated Systems, "pSOS System

- Concepts", 1996, [http:// www.isi.com](http://www.isi.com)
- [5] Douglas Boling, "Updated with New Kernel Features, Windows CE 3.0 Really Packs a Punch", July 1999, <http://www.msdn.microsoft.com>
- [6] <http://www.acceleratedtechnology.com>
- [7] Jean J. Labrosse, "μC/OS The Real-Time Kernel", R&D Publications &, Prentice Hall, 1992.
- [8] Jerry Epplin, "Linux as an Embedded Operating System", <http://www.embedded.com>
- [9] Intel, "ACPI Component Architecture Programmer Reference Revision 1.06", April 2001.
- [10] QNX Software systems Ltd., "QNX System Architecture User's Guide", 1999, <http://www.qnx.com>
- [11] <http://www.lineo.com>
- [12] <http://www.redhat.com>
- [13] Montavista, "Leveraging Linux for Embedded Applications", <http://www.mvista.com>
- [14] FSMLabs, "Introduction to RTLinux", <http://www.rtlinux.org/~rtlinux/documents/jans.html>
- [15] David Mery, "Why is a different operating system needed?", <http://www.symbiandevnet.com>
- [16] <http://www.palm.com>
- [17] <http://sources.redhat.com/elix>
- [18] <http://www.embedded-linux.org>
- [19] <http://www.odysseus.ieee.org>
- [20] <http://www.ansi.org>
- [21] <http://www.palmpalm.com>
- [22] <http://www.linuxdevices.com>



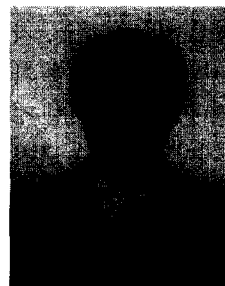
김 선 자

1985년 숙명여자대학교 수학과(이학사), 1995년 충남대학교 대학원 컴퓨터 공학과(공학석사), 1987년~현재 ETRI 컴퓨터 소프트웨어기술연구소 인터넷정보기전연구부 선임연구원 <관심분야> 운영체제, DSM, 임베디드 시스템



김 홍 남

1980년 서울대학교 전자공학과 학사, 1989 미국 Ball State University 전산학 석사, 1996 미국 Pennsylvania State University 전산학 박사, 1983~현재 ETRI 컴퓨터 소프트웨어기술연구소 인터넷정보기전연구부 책임연구원 (내장형 S/W 연구팀장) <관심분야> 실시간 운영체제, 비디오 압축 알고리즘, 분산 멀티미디어 시스템



김 채 규

1978년 고려대학교 수학과(이학사), 1993년 호주悉尼 공과대 전산과학(석사), 1994년 호주 Wollongong 대 전산과학(박사), 1997년~현재 ETRI 컴퓨터 소프트웨어기술연구소 책임연구원 (인터넷정보기전연구부장) <관심분야> 인터넷 정보기전, 실시간 운영체제, 멀티미디어, 데이터베이스, 전자상거래 등