

## 인터넷 정보가전용 RTOS 기술 현황

한국전자통신연구원 김선자 · 김흥남 · 김채규

### 1. 머릿말

1980년대 PC의 보급으로 기업과 산업체에서 주로 사용되던 컴퓨터가 일반 가정에까지 확산됨에 이어 1990년대의 인터넷의 폭발적 인기는 컴퓨터 산업을 새로운 국면에 접어들게 하였다. 즉 세계 도처에 산재해 있는 인터넷상의 정보 및 인터넷 서비스를 일반 가정에서도 사용할 수 있는 기반이 마련되었으며 이에 대한 새로운 사용자의 요구를 가져왔다. 이러한 요구는 초고속 통신망이 일반화되고 디지털 가전제품이 등장함에 따라 인터넷 정보 가전 산업의 발전으로 이어지게 되었다. 이 산업에서 필요로 하는 인터넷 정보가전 기술에는 정보 단말 기기 및 관련 시스템 소프트웨어, 응용 및 서비스, 네트워크 기술 등이 포함된다. 인터넷 정보가전 기기의 사용자는 집안 및 집밖에서의 유무선 정보 통신망에 연결된 단말을 통해 정보 기술 및 통신 기술을 이용한 여러 가지 형태의 서비스를 제공받을 수 있다. 본 고에서는 인터넷 정보가전 기기에 사용되는 운영체제의 기술 및 발전 방향에 대해 살펴보고자 한다.

인터넷 정보가전에 사용되는 정보가전 기기는 넓게는 기존의 백색가전제품에 인터넷 기능을 추가한 가전기기에서부터 PDA, 스마트폰, 웹패드 및 디지털 TV용 셋탑박스, 홈 서버에 이르기까지 매우 다양한 종류가 있다. 이러한 모든 하드웨어 스펙트럼을 지원하는 운영체제에 대한 기능 및 특징을 논의하는 것은 매우 광범위하고 포괄적인 운영체제의 기능을 다루어야 한다. 본 고에서는 개인 휴대 단말과 PC 사이 규모의 기기들을 대상으로 한 운영체제를 중심으로 고찰하고자 한다. 이 대상에 포함되는 인터넷 정보가전 기기는 대표적으로

웹패드, 디지털 TV용 셋탑박스, 홈 서버 등을 들 수 있다. 이들은 개인 휴대 단말보다는 확장된 응용을, PC보다는 제한된 응용을 지원하며 집안에서의 편리한 정보의 검색과 사용을 목표로 한다는 공통점이 있다.

이러한 기기들은 영상, 음성, 데이터, 통신 등의 다양한 정보를 처리하여야 하므로 기능 구현을 위해 프로그램 탑재가 필요한 내장형 시스템이며 실시간 처리가 요구되는 실시간 시스템이다. 실시간 시스템이란 논리의 정확성뿐만 아니라 시간의 정확성이 요구되는 시스템으로 시간의 정확도에 따라 연성(soft) 또는 경성(hard) 실시간으로 분류된다. 시스템 동작 시간의 정확성을 매우 정밀하게 보장하여 주로 미사일 제어 시스템, 원자력 발전 제어 시스템과 같은 Mission-Critical한 응용 분야에 활용되는 경성 실시간 시스템에서는 연성 실시간 시스템에 비해 더욱 엄격한 결정성(determinism) 및 응답성(responsibility), 신뢰성(reliability)이 요구된다. 인터넷 정보가전 시스템은 시간적 정확성이 아주 정밀하지는 않으나 어느 정도는 보장해 줄 수 있는 연성 실시간 처리 시스템으로 분류된다.

본 고에서는 먼저 인터넷 정보가전 운영체제가 내장형 실시간 운영체제로써 갖는 기능들을 살펴본 후 현재 인터넷 정보가전 제품에 사용되고 있는 운영체제들에 대해 조사한다. 이를 토대로 인터넷 정보가전 운영체제의 특징 및 요구사항을 정리한다. 마지막으로 표준화 동향 및 국내 인터넷 정보가전 산업에서의 운영체제의 현황 및 발전 방향에 기술한다.

### 2. 내장형 실시간 운영체제

전통적인 내장형 실시간 운영체제로써 인터넷 정보가전 기기용 운영체제에 요구되는 기능은 다음

과 같다.

- 멀티태스킹(multi-tasking) 지원

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 멀티 쓰레딩 또는 멀티 프로세싱을 통해 구현된다. 다수의 쓰레드 또는 프로세스의 동시 실행은 공유 자원에 대한 상호 배제(mutual exclusion)를 보장해 주어야 한다.

- 실시간 스케줄링 및 동기화 메커니즘

실시간 시스템의 결정성과 응답성을 결정짓는 중요한 요소로써 실시간 스케줄링은 가장 활발히 연구되어 온 분야이다. 태스크 수행시 최악의 경우의 지연 시간(worst-case latency)을 보장하는 예측 가능한 실시간 스케줄링과 동기화 메커니즘을 지원하여야 한다. 선점 가능한(preemptable) 우선 순위 스케줄러에 기반한 다양한 알고리즘들이 개발되었으며 우선 순위 계승(priority inheritance), 블록 시간 제한 기능 등이 요구된다.

- 프로세스/쓰레드간 통신

멀티태스킹 환경을 지원하는 프로세스나 쓰레드들은 서로 통신할 수 있어야 한다. 태스크간 통신 기법으로써 메시지 전달 또는 공유 메모리를 사용한 방식이 제공된다.

- 인터럽트 지연 시간 보장

실시간 시스템의 응답성을 결정하는 또다른 중요한 요소인 비동기적 사건의 처리가 효율적으로 수행되어야 한다. 외부 인터럽트에 대한 최대 지연 시간을 보장함으로써 외부 사건에 대한 즉각적인 응답성을 지원한다.

- 자원의 효율적 사용

실시간 운영체제는 주로 한정된 자원을 갖는 내장형 기기에 탑재되어 사용되므로 실행 환경에 적합한 기능을 지원하여야 한다. 즉 하드웨어의 MMU 지원 여부, 메모리 용량, 디스크 존재 여부 등에 따라 메모리 관리 기법 및 지원 파일 시스템 종류, 부팅 방법 등이 효율적으로 제공되어야 한다.

- 조립성 지원

내장형 운영체제는 다양한 내장형 기기에 탑재되어야 하므로 이러한 기기들이 갖는 자원의 제한에 따라 각 기기의 특성 및 환경에 적합한 구성을

갖도록 운영체제 기능의 모듈화를 통한 조립성을 지원하여야 한다.

실시간 운영체제는 커널 실행 단위에 따라 두 종류로 나눌 수 있다. 즉 쓰레드 기반 운영체제와 프로세스 기반 운영체제로 분류된다. 쓰레드 기반 운영체제는 태스크가 쓰레드에 대응되어 수행되며 각 쓰레드들은 주소 공간을 공유한다. 따라서 문맥 교환 시간은 빠르지만, 대부분의 운영체제에서 커널과 응용 프로그램이 통합된 단일 이미지로 구성되어 로딩되는 방식을 사용하여 커널과 응용이 동일한 주소 공간에서 수행되므로 잘못된 응용 프로그래밍은 시스템에 치명적 오류를 가져올 수도 있다.

프로세스 기반 운영체제는 응용 프로그램의 태스크가 프로세스로써 실행된다. 각 프로세스들은 별도의 주소 공간을 가지므로 응용 프로그램의 오류가 시스템의 다른 부분에 영향을 줄 가능성이 매우 적으며 커널과 응용을 별도로 개발, 구성될 수 있다. 그러나 문맥 교환 시간 및 커널 모드로의 진입을 위한 오버헤드로 성능 저하가 발생할 수 있다.

### 3. 상용 운영체제 비교

3장에서는 현재 인터넷 정보통신기기에서 사용되고 있는 내장형 실시간 운영체제들을 조사하여 앞에서 기술한 내장형 실시간 운영체제의 기능 외에 인터넷 정보통신 분야에서 필요로 하는 기술을 파악하고자 한다. 먼저 기존의 내장형 시스템에서 사용되어 오던 상용 실시간 운영체제 중에서 VxWorks, pSOS, QNX에 대해 기술한다. 그리고 범용 운영체제(General Purpose OS)에 기반을 둔 Windows CE 및 내장형 리눅스에 대해 조사한다. 마지막으로 새로운 패러다임의 인터넷 정보 단말을 위해서는 새로운 운영체제가 필요하다는 개념에서 개발된 운영체제인 BeOS 및 EPOC에 대해 기술한다.

#### 3.1 VxWorks

VxWorks는 WindRiver System사에서 개발한 RTOS[1]로 다양한 프로세서에서 복잡한 실시간 내장형 응용을 개발 및 실행시키는데 가장 널리 사용되고 있다. VxWorks는 핵심 기능을 하는 wind 마이크로커널과 네트워크 기능, 파일 시스템, 입출력 관리, C표준 라이브러리 등으로 구성되어 있다.

VxWorks의 특징 및 구조는 다음과 같다.

- POSIX 1003.1b, ANSI C, TCP/IP 등과 같은 산업계 표준을 폭넓게 지원하여 내부 연동성과 이식성이 뛰어나다.
- 고성능 마이크로커널을 기반으로 하여 빠른 멀티태스킹, 인터럽트, 스케줄링 등 실시간적인 특징을 지원하며 256단계의 우선순위를 부여하여 멀티태스킹을 효율적으로 지원한다.
- 확장성을 지원할 수 있도록 설계되어 각 응용마다 최소의 RTOS 기능만으로 조립되어 메모리를 효율적으로 사용하며 다양한 구성(configuration)을 지원한다.
- ROM 부팅, 네트워크 부팅, 디스크 부팅 등의 다양한 부팅 방법을 지원하며 사용자는 이러한 부팅 방법을 선택할 수 있다.
- 통합개발도구인 Tornado는 크로스 컴파일러, 링크 디버거 및 유틸리티 등의 GNU toolkit과 대화형 셸 등의 기능을 지원한다.

### 3.2 pSOS

pSOS[2]는 내장형 프로세서를 위하여 모듈화되어 고성능, 신뢰성, 사용 편의성에 주안을 두고 개발되었으며, 실시간 멀티태스킹 커널인 pSOS+와 여러 모듈들의 집합으로 구성되어 있다. 다음과 같은 특징을 갖는다.

- pSOS+는 작고(17~40KB) 빠르며(10microsec 이하의 context switching time 지원), 우선 순위에 기반을 둔 선점 가능한 스케줄러를 지원한다. 또한 멀티프로세싱 환경을 위한 커널 확장을 지원한다.
- pNA+를 통하여 TCP/IP, UDP를 지원하며 스트림을 포함하는 표준 소켓 인터페이스를 사용한다.
- Sun-compatible RPC를 pRPC+를 통해 지원하여 분산 응용을 쉽게 구축할 수 있다.
- Prism+라는 통합개발도구를 통해 사용자 설정과 pSOS 템플릿과 칩 레벨의 디바이스 드라이버 등을 지원한다.

### 3.3 QNX

QNX는 마이크로 커널의 특징을 발전시켜 개발된 실시간 OS[3]로, QNX Newtrino라는 커널을 코어로 내장시키고 시스템 서비스를 제공하는 다수

의 자원 관리자(resource manager)들로 구성되어 있다. 이 자원 관리자들은 실행시 선택적으로 구성되어 SMP 서버와 같은 대형 시스템에서부터 작은 내장형 시스템까지 광범위하게 사용 가능하다. 각 프로세스는 메모리가 보호된 자신만의 주소 공간에서 실행되므로 신뢰성을 가지며 POSIX와 같은 표준 API 및 리눅스와의 호환성 제공, 그리고 특정 기기에 적합한 맞춤형 응용 및 운영체제 서비스의 동적인 구성 등의 기능을 제공한다. 최근 National Semiconductor의 Web PAD에도 탑재[4]되었으며 다음과 같은 특징이 있다.

- 프로세스 기반의 선점가능한 우선순위 스케줄러를 지원하며 32개의 우선순위 및 동일 우선순위에 있어서 FIFO, Round Robin, Adaptive 스케줄링을 적용하여 멀티태스킹 구현이 가능하다.
- 동기식 메시지 패싱에 기반을 둔 IPC 및 공유 메모리 기반의 IPC도 지원한다.
- 프로세스 당 여러 개의 타이머를 사용할 수 있고 나노 초 단위로 동작한다.
- QNX만의 GUI 환경을 Photon microGUI로 구현할 수 있게 지원한다.

### 3.4 Windows CE

마이크로소프트에서 개발한 실시간 운영체제인 Windows CE는 내장형 시스템을 겨냥한 모듈화된 구조를 갖는다. 휴대폰과 같은 통신 단말기에서부터 32비트 지능형 단말에 사용될 목적으로 개발되었으며 다음과 같은 특징을 갖는다[5].

- 모듈화 및 Win32 API를 지원한다. 기존의 Win32 API에 세마포 지원을 위한 Create Semaphore, ReleaseSemaphore 등의 API가 추가 지원된다.
- Win32 프로세스 및 쓰레드 모델에 기반한 선점가능한 256 단계의 우선순위 쓰레드 스케줄링을 지원한다. 또한 우선순위 계승을 통한 역전현상을 방지하며 MMU를 통한 가상 메모리 관리를 지원한다.
- 다양한 통신을 지원한다. Window 소켓 API를 지원하며, FTP, HTTP, HTTPS를 통한 WinInet을 제공한다. 또한 TCP/IP, PPP, SLIP 및 IrDA를 지원한다.
- 다양한 하드웨어를 지원한다. StrongArm을 포함한 ARM, MIPS, PowerPC, Super-H, x86과

같은 다양한 프로세서를 지원한다. 또한 잘 정의된 DDI(Device Driver Interface)를 제공하여 디바이스 드라이버가 쉽게 Windows 플랫폼에서 이식될 수 있도록 한다.

• 개발환경으로는 eMbedded Visual Tools를 제공하고 있으며 이는 윈도우즈 기반 응용 및 시스템 구성요소들을 만들 수 있는 개발 환경으로 내장 시스템 개발에 최적화된 eMbedded Visual Basic, eMbedded Visual C 및 SDK(Software Development Kit)를 제공한다.

### 3.5 내장형 리눅스(Embedded Linux)

오픈 소스인 리눅스를 내장형 시스템에서 사용할 수 있도록 수정한 운영체제이다. 여러 리눅스 업체에서 내장형 리눅스를 발표하였으며 대표적인 것으로는 RT-Linux[6], Embedix[7] 등이 있다. RT-Linux는 리눅스 커널에서 실시간 태스크들에게 최고의 우선순위를 부여하는 선점형 고정 우선순위 스케줄러를 사용하여 경성 실시간 처리를 지원한다. 일반 리눅스 커널 패치를 사용할 수 있는 장점을 가지나 API가 복잡하여지며 제공되는 서비스가 별로 많지 않은 단점이 있다.  $\mu$ Clinux는 MMU가 장착되지 않는 시스템에서의 사용을 목적으로 개발되었으며 3Com사의 팜파일럿에 이식되기도 하였다. Lineo사의 Embedix는 Caldera Open Linux에 기반을 둔 내장형 리눅스로, 리눅스 기술의 최적화 및 Embedix SDK라는 개발 도구를 제공한다. 레드햇 리눅스[8] 및 몬타비스타의 하드햇 리눅스[9]에서는 일반 리눅스로부터 내장형 리눅스를 구축하고, GNU 소프트웨어 기반의 개발 툴을 제공하고 있다.

내장형 리눅스의 장점은 기존 리눅스 개발 모델의 이점을 그대로 누릴 수 있고 리눅스의 신뢰성, 재구성 가능한 운영체제 기능 및 풍부한 디바이스 드라이버를 사용할 수 있다는 데 있다[10]. 그러나 리눅스가 내장형 운영체제로 사용되기에는 규모가 크고 커널의 기반이 전통적인 범용 운영체제이므로 실시간 운영체제로써의 기능이 추가되어야 한다는 단점이 있으며 간편한 사용자 인터페이스 지원이 요구되고 있다. 이러한 문제에 대해 내장형 리눅스 개발 진영에서는 커널에 실시간 기능을 추가하고 다운사이징을 모색하는 한편, 내장형 시스템이 점차 다기능, 고성능화함에 따른 규모 문제의 접근 및

프로세서의 속도 증가에 의해 실시간 처리에 대한 요구사항이 해결될 수 있을 것으로 기대한다[9]. 또한 리눅스가 국제 표준인 POSIX를 지원하므로 다양한 응용이 개발될 수 있는 호환성을 지원하는 것도 또 하나의 장점으로 내세우고 있다.

### 3.6 EPOC

EPOC는 1998년 Ericsson, Nokia, Motorola, Panasonic, Psion 등의 통신 단말 업체들이 주축이 되어 결성한 Symbian에서 무선 정보 기기(Wireless Information Device, 이하 WID)를 위해 새로이 설계된 운영체제[11]이다. 현재 스마트폰, PDA, netBook 등의 다양한 인터넷 정보가전 기기에서 사용되고 있으며 점차 저변을 확대하고 있다. 다음과 같은 특징을 갖는다.

• 작은 크기의 이동용 디바이스를 위해 적은 메모리 사용 및 저전력 지원 기능을 갖는 event-driven messaging을 통한 멀티태스킹을 지원한다. 자원의 사용은 시스템 서버에 의해 엄격히 제어된다.

• 무선전화와 같은 광대역 무선 통신과 Bluetooth와 같은 소규모의 무선 통신에 모두 접속 가능하며 때로는 유선으로 연결되는 등 유무선 접속의 환경 변화에 적합한 운영체제 기능을 제공한다. 즉 다양한 통신 프로토콜을 제공하고 새로운 통신 매체 및 프로토콜이 사용되더라도 응용 계층의 인터페이스는 변화하지 않는 추상화된 네트워크 스택을 사용한다. 또한 사용자에게 유무선 연결의 변화를 알려주고 대비할 수 있는 기능을 제공한다.

• 작게는 스마트폰에서 휴대용 통신기, 그리고 키보드를 갖춘 통신기까지 다양한 범위의 디바이스를 지원하기 위해 운영체제는 엔진과 GUI 구성 요소로 나뉘어 각 플랫폼에 적합한 기능으로 구성될 수 있다.

• 다양한 응용을 지원하기 위해 간편하고 풍부한 개발 툴과 문서 및 기술적 지원과 훈련을 제공하며 time-to-market 지원을 위해 개방형 표준인 POSIX, UniCode, Java 및 TCP/IP, Bluetooth, OBEX, SyncML 등의 표준을 지원한다.

### 3.7 BeOS

Be Incorporated에서 1996년 발표한 BeOS는 특히 멀티미디어 응용을 위해 설계된 운영체제이다

[12]. 내장형 시스템과 같은 소규모의 기기에 실시간 스트리밍 미디어의 관리에 적합한 운영체제로 설계되었다. 저가의 보급형 PC에서 고성능 멀티미디어 워크스테이션의 기능을 제공하기 위한 운영체제이나 최근 웹 패드와 같은 인터넷 정보가전 기기에서도 사용되고 있다. BeOS가 멀티미디어 운영체제로써 가지는 특징은 다음과 같다.

- 하드웨어 처리 능력을 극대화시키기 위해 최대 8개 처리기의 다중 처리(multiprocessor) 기능이 제공된다.

- 대용량 응용의 분할 실행 및 병행 실행을 위한 멀티쓰레딩을 제공한다.

- 충분한 그래픽 파워를 위해 그래픽용 보조프로세서(coprocessor)를 사용하며, 비디오, 3D 그래픽 및 동영상 등과 같은 다양한 그래픽 기능을 지원하기 위해 사용자에게 의해 선택되는 기능의 유연성 및 새로운 기능에의 이식이 용이한 모듈성을 갖는다. 또한 사용자 계층에서의 직접적인 하드웨어 제어를 위한 인터페이스를 제공한다.

- CD-ROM 및 DVD같은 대용량 자료 저장 장치를 지원하며 64비트 파일 시스템을 지원한다.

- 모듈화되고 동적인 멀티쓰레드 지원 I/O 서버 시스템을 제공하며 동적인 I/O 드라이버의 로딩, 언로딩을 지원한다.

- POSIX 표준을 지원하여 다양한 응용 소프트웨어의 이식을 지원한다.

- 통합 Internet Appliance 솔루션 제공을 위한 클라이언트를 위한 개발 도구로써 BeIA(Internet Appliance Platform)을 제공한다. BeIA는 최근 Sun Microsystems의 Internet Appliance 소프트웨어 플랫폼으로 인증을 받음으로써 Personal-Java에 기반한 다양한 응용 개발의 플랫폼으로 사용될 것으로 기대하고 있다.

### 3.8 Qplus

한국전자통신연구원에서 대우전자, 삼성전자, 엘지전자 및 다산인터넷과 공동으로 개발, 2000년에 버전 1.0을 발표한 Qplus는 운영체제 개발 기술 확보 및 time-to-market을 지원할 수 있는 국산 내장형 실시간 운영체제로써 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 쓰레드 기반의 멀티태스킹 지원 기능을 갖는 다중 계층 커널 구조로 구성되어 조립성, 확장성,

이식성을 지원한다.

- 정적 우선순위 기반의 완전 선점형 실시간 스케줄러 및 동기화 메커니즘을 제공한다.

- 메시지 패싱 및 공유 메모리를 사용한 유연하고 간결한 인터페이스의 IPC를 제공한다.

- 그래픽 윈도우 라이브러리 및 한글 폰트를 지원하고 telnet, tftp, dhcp, ppp 등의 다양한 통신 방식을 제공한다.

- 강력한 개발 도구인 ESTO는 크로스컴파일러, 원격 디버거, 대화형 셸, 자원 모니터, 타겟 서버 및 디버거 에이전트 등을 제공한다.

- MPEG-1/2/4 미디어 재생기, MP-3 플레이어, 데이터 방송 수신자, 전자우편, 셋탑박스 관리자, 인터넷 TV 및 디지털 TV용 웹 브라우저 등의 응용 프로그램을 제공한다.

## 4. 인터넷 정보가전용 운영체제

이상과 같이 전통적인 내장형 실시간 운영체제에서 요구되는 기능 이외에 인터넷 정보가전에서 사용을 목표로 하는 운영체제는 다음과 같은 기능이 요구되어진다[9,10,11].

- 다양한 하드웨어 지원

인텔 프로세서가 주로 사용되는 PC 제품군에서와는 달리 내장형 시스템에서는 다양한 내장형 프로세서들이 사용되고 있다. 이에 덧붙여 정보가전용 디바이스들이 정보시스템과 결합되는 특성상 다양한 디바이스와 디바이스 인터페이스를 사용한다. 따라서 운영체제에서는 다양한 하드웨어 플랫폼 및 디바이스 인터페이스를 지원하며 선택적 구성이 용이한 구조를 제공하여야 한다.

- 다양한 네트워크 지원

인터넷 정보가전 기기는 집안에서는 홈 네트워크로 서로 연결되고 또한 집밖의 통신 인프라와도 연결된다. 그림 1은 정보가전에서 사용되는 다양한 네트워크의 구성을 나타낸다. 각각의 통신 매체는 유선과 무선이 모두 사용 가능하며 또한 각각의 통신 규약을 갖는다. 예를 들어 가정에서 사용하는 홈 네트워크는 IEEE 1394, Bluetooth, PLC, IrDA 등과 같이 매우 다양한 통신 매체를 사용할 수 있다. 또한 이러한 홈 네트워크는 PSTN이나 Cable을 통해 인터넷에 연결된다. 이러한 다양한 매체와 프로토콜이 상존하는 홈 네트워크에서 정보가전 기기를 연동하기 위해서는 프로토콜에 관계 없이

정보가전 기기들을 제어할 수 있어야 한다. 따라서 운영체제는 다양한 프로토콜을 쉽게 지원할 수 있는 구조를 갖추어야 한다.

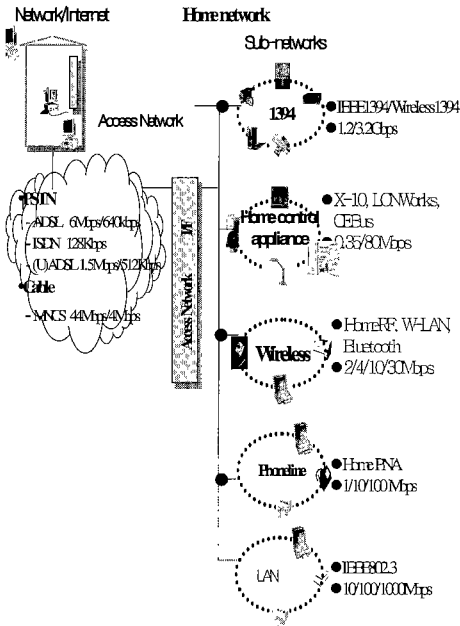


그림 1 인터넷 정보가전에서의 네트워크 구성

• 폭넓은 사용자 계층 지원

인터넷 정보가전 기기의 또다른 특징은 사용자 계층이 다양하다는 것이다. 기존의 전문화된 컴퓨터 사용자 집단에서부터 컴퓨터에 대한 전문 지식이 별로 없는 사용자에게 이르기까지 다양한 계층의 사용자를 갖는다. 즉 기존의 컴퓨터에 대한 전문 사용자 집단 이외에 컴퓨터에 대한 전문 지식 없이 일기 예보, 뉴스 등을 보거나 스케줄표를 관리하고 인터넷 쇼핑을 다니는 등의 일상적인 업무 처리를 원하는 사용자를 지원하여야 한다. 이러한 사용자의 지원은 손쉬운 사용, 간단한 오류 복구, 빠른 실행 등의 기능을 제공해야 함을 의미한다. 전통적인 시스템 부팅 및 시스템 다운은 간단한 스위치 조작에 의한 순간적인 처리로 수행되어야 한다. 또한 각 계층의 사용자에게 편리한 사용자 인터페이스(User Interface)를 제공하여야 함은 필수적이다.

• 다양한 서비스 제공 지원

정보가전기기에서 제공하는 서비스는 사용자의 입력에 따라 서비스를 제공하는 대화형 서비스, 마

감시간이나 주기가 부여되어 시간제약을 갖는 실시간 서비스, 그리고 오디오 및 비디오 데이터가 사용되는 멀티미디어 서비스 등을 모두 제공하여야 한다. 따라서 정보가전기용 운영체제는 이러한 각 서비스 특성을 모두 만족시킬 수 있도록 최적의 스케줄링 환경을 제공하여야 한다.

### 5. 표준화 동향

인터넷 정보가전을 통해 제공될 수 있는 응용 모델은 인터넷 홈 쇼핑, 대화형 디지털 방송, 원격 교육, 원격 감시, 원격 진료 등 매우 다양하며 운영체제는 다양한 응용의 플랫폼을 제공할 수 있어야 한다. 이를 위해 운영체제가 응용의 호환성을 지원하기 위해서는 표준 API를 따르는 것이 바람직하다. 내장형 실시간 운영체제의 표준화 노력은 일본의 TRON(The Realtime Operating system Nucleus) 협회의 ITRON[13], 리눅스 진영의 EL/IX(Embedded Linux based on POSIX)[14] 그리고 POSIX 표준[15,16]으로 대표된다. TRON 협회의 ITRON(Industrial TRON)은 하드웨어 규모별로 여러 가지 표준을 발표하였으며 이 표준을 준수하는 제품이 일본 내에서는 이미 상용화되어 있다. 개방형 규격을 표방하고 있으나 대부분 일본 내에서의 사용에 그치고 있으며 다만 일본 시장 진출을 꾀함에 있어서는 ITRON 규격을 만족하여야 할 것으로 보인다.

레드햇이 주축이 되어 진행되고 있는 표준인 EL/IX[14]는 내장형 리눅스뿐만 아니라 다른 내장형 운영체제들을 포함한 표준 계정을 목표로 하고 있으며 Draft 1.2를 발표하였다. POSIX를 기반으로 POSIX API 중에서 내장형 시스템의 규모별 만족하여야 하는 API subset을 정의한다.

ANSI/IEEE에서 주관하는 POSIX 표준은 수년 전부터 실시간 운영체제의 표준에 대한 확장에 노력하여 왔으며 최초의 실시간 기능 확장 API를 정의한 개정안 POSIX 1003.1b를 이미 1996년에 1003.1에 통합하였다. 현재 이의 개정안으로 1003.1d 및 1003.1j가 논의되고 있으며 이와는 별도로 내장형 시스템 규모별 API subset을 정의하는 1003.13이 제정되었다.

본 논문에서 살펴본 운영체제들은 대부분 POSIX 표준에 대한 호환을 제공하고 있으나 Windows CE는 Win32 표준을 고수하고 있다. 앞

으로 내장형 운영체제의 국제 표준은 POSIX를 기반으로 진행될 것으로 보이며 다만 EL/IX와 POSIX의 규모별 API set을 정의하는 작업은 통합되는 것이 바람직할 것이다. 국내에서도 인터넷 정보가전 표준 포럼이 결성되어 실시간 운영체제 표준에 대한 제정이 추진되고 있다.

## 6. 맺음말

인터넷 정보가전 기기용 운영체제는 전통적인 내장형 실시간 운영체제의 특징인 멀티태스킹, 선점형 실시간 스케줄러, 프로세스간 통신 및 동기화, 정밀 타이머 등의 요구사항 외에 다양한 정보가전 디바이스 및 통신 매체 지원, 다양한 서비스 지원, 폭넓은 사용자 계층에 대한 지원 및 편리한 사용자 인터페이스 제공 등이 요구된다. 이는 운영체제의 조립성 및 통신 프로토콜에 독립적인 설계를 요구한다. 또한 전통적인 운영체제와 달리 시스템 부팅 및 다운이 온,오프 동작으로 구현되는 등 손쉬운 사용과 간편한 기능이 제공되어야 한다.

VxWorks, pSOS, QNX와 같은 기존의 상용 내장형 실시간 운영체제도 인터넷 정보가전에서 활용을 위해 인터넷 응용 개발 도구의 지원 등 새로운 요구사항을 반영하고 있으며 QNX는 현재 웹패드에서도 사용되고 있다. 앞으로 이러한 운영체제들은 정보가전용 디바이스 인터페이스의 추가, 다양한 유무선 통신 매체 및 프로토콜 지원, 휴대용 기기에서 요구되는 절전 기능 등을 추가하여 인터넷 정보가전 시장에서도 그 기반을 넓히고자 할 것이다.

반면, 설계 단계에서부터 인터넷 기기용 운영체제 개념을 염두에 두고 개발된 EPOC이나 BeOS와 같은 운영체제는 다양한 기종의 하드웨어 플랫폼 확보, 다양한 응용 프로그램 개발의 촉진 및 기존 응용 프로그램과의 호환 지원 등이 운영체제 활용의 관건이 될 것으로 보인다.

마이크로소프트사의 Windows CE는 MSN 파워로 표현되는 윈도우즈 기반의 응용 프로그램을 사용할 수 있다는 강력한 장점에 힘입어 인터넷 정보가전 시장에서도 점차 그 점유 비율이 높아지고 있는 추세이다. 그러나 소프트웨어 사용 비용 및 국제 표준을 따르지 않는 점이 걸림돌이 되고 있다.

내장형 리눅스는 리눅스의 안정성과 신뢰성이 인정되고 소스 공개 및 무료인 특징에 의해 다양한

제품에 사용되기 시작하였다. 그러나 아직 시험 단계인 제품이 대부분이며 내장형 시스템에 사용되기에는 규모가 크고, 실시간 처리 기능이 부족한 점이 해결되어야 할 것으로 보인다. 또한 강력한 개발 도구 및 편리한 사용자 인터페이스의 개발이 시급하다.

개인휴대단말에서부터 홈 서버에 이르기까지 다양한 종류의 인터넷 정보가전 기기에서 사용될 수 있는 운영체제를 개발하는 것은 쉽지 않다. 기기의 크기에서부터 동작하는 응용 프로그램의 종류 및 사용자 수준이 폭넓은 스펙트럼을 가지기 때문이다. 이에 따라 인터넷 정보가전용 운영체제는 특정 플랫폼에서 그 기기에 최적의 기능 수행을 목표로 하는 것과, 다수의 플랫폼을 지원하기 위해 조립성과 이식성에 중점을 둔 제품 개발이 동시에 이루어지고 있다. 앞으로도 이러한 제품들이 시장에서 공존할 것으로 보인다.

국내에서도 인터넷 정보가전 산업 발전을 위해서는 핵심 기술인 운영체제 기술이 확보되어야 한다는 인식이 널리 공감되고 있으며 대부분 해외 상용 운영체제가 사용되던 내장형 실시간 시스템에 내장형 리눅스를 사용하는 인터넷 단말 및 개발 보드 등의 제품이 출시되고 있다[17]. 또한 실시간 커널 기능 및 다운사이징 기술 개발에 대한 투자가 시작되고 있으나 개발 도구 및 사용자 인터페이스에 대한 개발은 미미한 실정이다. 한편 한국전자통신연구원에서는 Qplus의 기능을 확장, 인터넷 정보가전용 운영체제로서 소규모 기기에서 홈서버와 같은 중대규모 기기까지 지원할 예정이며 통합 개발 도구 및 제어 미들웨어, 멀티미디어 미들웨어를 포함한 솔루션을 제공할 계획이어서 관심이 집중되고 있다.

국내 인터넷 정보가전용 운영체제 개발에 있어서 첫째, 개발 시간을 단축시킬 수 있는 편리하고 풍부한 개발 도구를 지원하고 둘째, 높은 신뢰성을 제공하며 셋째, 개방형 API 및 개방형 소프트웨어 구조를 제공하여 제 3의 소프트웨어들에 호환성을 제공하는 제품은 국제 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 보인다.

## 참고문헌

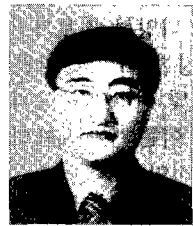
- [1] WindRiver, "VxWorks 5.4", <http://www.windrivers.com>

- [2] Integrated Systems, "pSOS System Concepts", 1996, <http://www.isi.com>
- [3] QNX software systems Ltd., "QNX System Architecture User's Guide", 1999, <http://www.qnx.com>
- [4] <http://www.national.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] FSMLabs, "Introduction to RTLinux,", <http://www.rtlinux.org/~rtlinux/documents/jans.html>
- [7] <http://www.lineo.com>
- [8] <http://www.redhat.com>
- [9] Montavista, "Leveraging Linux for Embedded Applications", <http://www.mvista.com>
- [10] Jerry Epplin, "Linux as an Embedded Operating System", <http://www.embedded.com>
- [11] David Mery, "Why is a different operating system needed?", <http://www.symbiandevnet.com>
- [12] Be Inc., "The Mdeia OS", technical white paper, <http://www.be.com/products/freebeos>
- [13] <http://www.tron.um.u-tokyo.ac.jp/TRON/ITRON>
- [14] <http://sources.redhat.com/elix>
- [15] <http://www.odysseus.ieee.org>
- [16] <http://www.ansi.org>
- [17] <http://www.palmpalm.com>



**김 선 자**

1985 숙명여자대학교 수학과(이학사)  
 1995 충남대학교 대학원 컴퓨터 공학과(공학석사)  
 1987~현재 ETRI 컴퓨터·소프트웨어기술연구소 인터넷정보가전연구부 선임연구원  
 관심분야: 운영체제, DSM, 인터넷 서버  
 E-mail: sunjakim@etri.re.kr



**김 흥 남**

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

E-mail: hnkim@etri.re.kr



**김 채 규**

1978 고려대학교 수학과(이학사)  
 1993 호주 시드니 공과대 전산과학(석사)  
 1994 호주 Wollongong대 전산과학(박사)  
 1997~현재 ETRI 컴퓨터·소프트웨어기술연구소 책임연구원(인터넷정보가전연구부장)  
 관심분야: 인터넷 정보가전, 실시간 운영체제, 멀티미디어, 데이터베이스, 전자상거래 등  
 E-mail: kyu@etri.re.kr

**● 한국 데이터베이스 학술대회 2001 ●**

- 일 자 : 2001년 6월 1~2일
- 장 소 : 한국과학기술회관
- 주 최 : 데이터베이스연구회
- 문 의 처 : 전남대학교 컴퓨터정보학과 이도현 교수  
 Tel. 062-530-3427/0110  
 E-mail : dhlee@dbcc.chonnam.ac.kr