

편재형 컴퓨팅을 위한 Qplus-P 실시간 임베디드 운영체제

강우철[○] 정영준 손동환 김가규 윤희철 이형석

한국전자통신연구원(ETRI)

{wchkang[○],jjing,dhson,ggkim,hcyun,hyslee}@etri.re.kr

Pervasive computing with Qplus-P real-time embedded operating system

Woochul Kang[○], Youngjun Jung, Donghwan Son, Gaggi Kim, Heechul Yun, Hyungsuk Lee

Embedded Software Center

Electronics and Telecommunication Research Institution

요 약

프로세서, 센서등의 소형화와 저가격화는 어느 곳에서나 유무선 네트워크와 연결되는 편재형 디바이스들의 출현을 가능하게 했다. 이러한 디바이스들은 점점 많은 기능을 가지고 인텔리전트한 기능을 제공하고 있다. 그러나 기존의 상용 RTOS 는 특정 제품애의 의존도가 높고, 멀티미디어 응용과 같은 새로운 편재환경에의 요구 사항을 지원하지 않고 있으므로 이러한 환경변화에 적응하는 것이 어렵다. 따라서 소형의 휴대 정보 단말에서부터 홈서버에이르기까지 다양한 종류의 편재형 기기에 사용될 수 있는 확장성과 풍부한 기능을 갖춘 표준 실시간 OS의 개발이 필요하다. Qplus-P는 이와같은 편재형 컴퓨팅을 지원하기 위한 실시간 소프트웨어 플랫폼이다. 이에선 실시간 운영체제 커널, 라이브러리 및 응용, 사용자 개발 도구가 포함된다. 특히 커널은 확장 가능한 구조를 채택하여 다양한 내장형 기기에 적용 가능한 이식성을 지원하며, 사용자 개발 도구는 특정 내장형 기기에서의 OS의 이식을 지원하는 개발 도구로 편리한 사용자 인터페이스를 제공한다.

을 갖춘 표준 실시간 OS의 개발이 필요하다.

1. 서 론

초고속 정보통신망 인프라가 구축됨에 따라 인터넷을 통하여 원격의 시스템과 멀티미디어 데이터를 교환하고 각종 제어 정보를 처리할 수 있게 되었으며, 가정 내에 있는 각종 정보 가전기들 간에도 유무선의 초고속 전송 방식으로 대용량 멀티미디어 전송이 가능해 지게 되었다. 따라서 원격에서 간단한 형태의 멀티미디어 복합 정보 단말을 이용하여 가정내의 멀티미디어 AV 기기를 액세스 하는 것과 같은 새로운 응용이 가능하게 되었으며 이러한 기능을 제공하는 기기들이 출현은 어느 곳에서나 유무선 네트워크와 연결되는 편재형 컴퓨팅을 가능하게 하였다.

이와 같이 정보가전 제품은 점차 다양화되고 복잡해지고 있는 추세이다. 그러나 기존의 상용 RTOS 는 특정 제품애의 의존도가 높고, 멀티미디어 응용과 같은 새로운 응용의 요구 분야를 지원하지 않고 있으므로 이러한 환경변화에 적응하는 것이 어렵다. 따라서 소형의 휴대 정보 단말에서부터 홈서버에이르기까지 다양한 종류의 정보가전 기기에 사용될 수 있는 확장성과 풍부한 기능

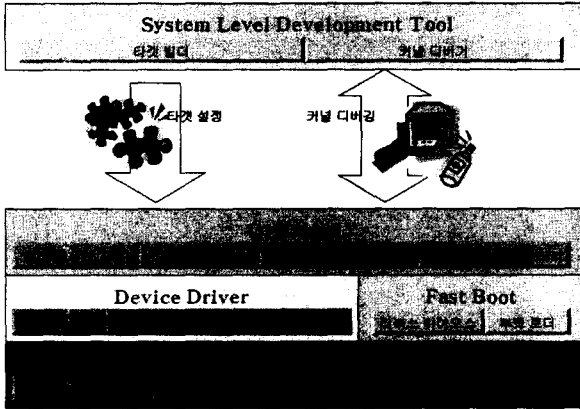
Qplus-P[2]는 이와같은 편재형 컴퓨팅을 지원하기 위한 실시간 소프트웨어 플랫폼이다. 이에선 실시간 운영체제 커널, 라이브러리 및 응용, 사용자 개발 도구가 포함된다. 특히 커널은 확장 가능한 구조를 채택하여 다양한 내장형 기기에 적용 가능한 이식성을 지원하며, 사용자 개발 도구는 특정 내장형 기기에서의 OS의 이식을 지원하는 개발 도구로 편리한 사용자 인터페이스를 제공한다.

본 논문에서는 Qplus-P 플랫폼의 커널과 개발도구의 각 기능을 간략히 살펴본다.

2. Qplus-P 실시간 임베디드 운영체제 커널

Qplus-P 커널은 리눅스를 기반으로 하는 정보가전기기를 위한 실시간 운영체제이다. 정보가전기기가 요구하는 연성 실시간성(soft realtime), 전력 관리 기능, 빠른 부팅기능을 제공하며, 소형의 개인휴대단말 시스템부터 홈서버와 같은 대형 정보가전기기를 다양하게 지원하기 위해 커널은 모듈화 된 구조를 가지고 있다. 이 모듈들은 설정 도구인 타겟 빌더를 사용하여 다양한 기기에 맞게

설정되고 적재(deployment)된다. 현재 Qplus-P 커널은 Hestia 홈서버(Home Server), 웹패드(Web PAD), 상용 PDA인 iPAQ과 Zaurus, 삼성전자의 PDA 보드인 S3C2400, SA1110 기반의 실험보드에 이식되고, 시험 및 성능 평가가 수행되었다.



< 그림 1 > Qplus-P 커널부 구조도

Qplus-P 커널부는 그림 1>에 나타난 바와 같이 크게 Qplus-P 커널 자체와 커널의 설정과 디버깅을 도와주는 시스템레벨의 개발 도구로 구성된다. Qplus 커널은 연성 실시간성 지원기능, 저전력관리 기능, 빠른 부팅기능과 다양한 장치관리기를 특징으로한다. 시스템 개발 도구는 다양한 타겟에 맞추어 커널, 라이브러리를 포함한 컴포넌트들을 설정하고 적재를 도와주는 타겟 빌더와 디바이스 드라이버나 커널 포팅시 커널레벨의 디버깅을 도와주는 커널 디버거로 구성된다

실시간 기능

Qplus-P는 표준 리눅스 커널의 구조적인 문제를 수정하여, 표준 리눅스 커널이 가지고 있는 기존 장점을 유지하며 실시간성 지원이라는 사용자들의 욕구를 충족시키고 있다. 표준 리눅스는 전통적인 유닉스의 모노리틱(monolithic)기반의 커널이므로, 처리량(Throughput)을 중시하여, 실시간적 성격을 표시하는 응답성(responsibility)과는 지향하는 바가다르다. 따라서, Qplus 커널은 응답성을 높여 실시간성을 지원하기 위해, 커널 자체의 락 메커니즘(lock mechanism)과 관련 커널 코드를 수정하여 선점형 커널(preemptible kernel)로 구성하고 있으며, 덧붙여 락 브레이크(lock break) 기법을 도입하였다. 이는 커널 내부의 긴 락 구간(long locked region)으로 태스크가 진입할 시에는 응답성이 현저히

떨어지는 점을 보완하기 위하여, 긴 락 구간안에서도 태스크의 선점(preemption)이 필요한 경우에 선점이 일어날 수 있도록 하는 기법이다. 또한, 고정 스케줄링 시간을 갖는 스케줄러와 스포라딕 서버(sporadic server)와 같은 실시간 스케줄러의 기능을 개발하여 커널의 예측가능성을 높였다.

빠른 부팅 기능

임베디드 시스템에 있어서 빠른 부팅은 주요한 이슈 중 하나이다. 우리는 ETRI 임베디드 S/W센터에서 개발중인 x86 아키텍처 기반의 홈서버인 Hestia 1 상에서 빠른 부팅을 가능하게 하기 위한 연구를 수행하였다. 빠른 부팅을 위해서는 BIOS 레벨의 최적화와 운영체제(Linux)레벨의 최적화가 필요한데 여기에서는 주로 BIOS레벨의 최적화에 대해서 다루었으며 운영체제 레벨의 최적화는 설정툴인 Target Builder를 통해 수행된다.

Hestia 1은 Pentium4 2GHz 와 대만 SIS사의 SIS645, SIS96칩셋을 기반으로 한 독자 설계 보드인데 초기에는 기존의 미국의 AMI, AWARD사 등에서 공급하는 BIOS 개발툴 및 소스코드를 사용하는 것을 고려하였다. 하지만 비용적인 문제뿐 아니라 바이오스 초기화 시간에만 10 ~ 20 초 이상의 많은 시간이 소요되어 홈서버와 같은 임베디드 시스템에 사용하기에 너무 느리다는 문제점이 있었다. 이에 대한 대안으로서 우리는 공개소스 BIOS 프로젝트인 LinuxBIOS를 홈서버 시스템에 적용하기로 하였으며 결과적으로 1초 이내의 BIOS초기화 시간만이 소요되고 최종적으로 5 ~ 6초 만에 리눅스가 부팅되는 결과를 얻었다.

저전력 기능

전력관리는 시스템이 사용되지 않을 때 소모되는 전력을 최소화하기 위한 기능으로 배터리가 제한적인 PDA와 같은 휴대용 기기에서 필수적일 뿐 아니라 데스크탑 컴퓨터에서의 소음 및 발열을 줄이고 전력소모를 줄이는 방법이다. 전력관리는 하드웨어에서 지원하는 전력 관리 기능을 효율적으로 이용하기 위한 것이므로 하드웨어에 따라 구현이 되어야 한다. Qplus-P에서의 전력관리는 현재 ARM 9 계열의 삼성 S3C2400 reference 보드 상에서 구현되어 있으며 크게 하드웨어 전력관리 디바이스 드라이버와 이를 통해 사용자의 설정에 의해 전력상태를 천이시키는 daemon, 그리고 이 daemon을 위한 GUI로 구성된다.

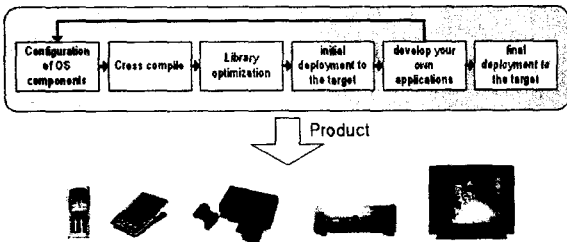
파일 시스템

PDA나 휴대폰 같은 이동 단말에서부터 홈서버 같은 중대형 정보가전 기기에 사용되는 다양한 저장 장치를 위한 파일 시스템을 제공하는 것이 목표이며, 이동 단말에서 저장 매체로 주로 이용되는 플래시 메모리(flash memory)에 대한 플래시 파일시스템과 홈서버 등에서 멀티미디어 데이터 관리를 위한 멀티미디어 파일 시스템으로 크게 구분할 수 있다.

Qplus-P 멀티미디어 파일 시스템(QpMMFS)은 멀티미디어 데이터를 저장하고 재생하기 용이하도록 기존의 기본적인 리눅스 파일 시스템인 EXT2를 개선하여 저장구조를 변화시키고, VFS 부분에 QoS(Quality of Service) 기능을 추가하여 멀티미디어 데이터에 대한 관리를 용이하도록 만들었다. Qplus 플래시 파일 시스템(QpFFS)은 공동연구 기관인 Red Hat co.와 공동 개발한 JFFS(Journing Flash File System)를 기본으로 하여 순위별 지움 정책(Ranking Cleaning Policy, RCP)을 추가적으로 개발하였다.

3. 개발 도구

임베디드 소프트웨어의 개발에 있어 편리한 개발도구는 개발 과정을 단순화 시켜, 상품의 시장화 시간을 단축시켜주기 때문에 매우 중요하다. Qplus-P는 플랫폼 구축도구인 타겟빌더와 응용 개발 도구인 에스토를 제공한다. 그림 2> 는 임베디드 소프트웨어의 개발과정을 보여주는데 타겟빌더는 설정과 타겟 디플로이먼트를 자동화하며, 에스토는 타겟빌더를 이용해 구축된 타겟시스템에서 호스트와의 통신을 통해 원격으로 응용 프로그램의 개발을 가능하게 한다.



< 그림 2 > 임베디드 소프트웨어 개발 과정

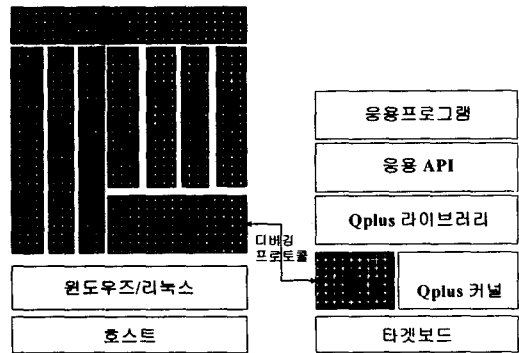
타겟 빌더: 플랫폼 구축 도구

Qplus 타겟 빌더는 임베디드 시스템 개발 과정 중 설정 가능한 사항들을 옵션화하여 개발자가 통합된 환경에서 커널과 응용을 세세하게 설정할 수 있게 하며, 각 옵션들간의 의존성을 자동으로 검사함으로써 타겟에 적합한 설정을 할 수 있게 도와준다. 또한 타겟에 적재

(deployment)될 수 있는 형태로 루트파일 시스템을 자동 생성하고 라이브러리 최적화를 통해 사이즈를 최적화시킨다. Qplus 타겟빌더는 인터랙티브한 타겟 시스템 설정과 자동화된 타겟에의 적재로 개발 시간을 단축시켜 준다.

에스토: 응용 개발 환경

ESTO 사용자 개발도구는 원격지 호스트에서 목적프로그램을 개발하여 타겟보드에 적재하여 실행하고, 실행상태와 자원사용을 추적 관찰하며, 발생하는 오류의 원인을 찾아 제거하도록 크로스 컴파일러, 원격 디버거, 원격 모니터 등의 도구와 호스트 에이전트, 타겟 에이전트 등으로 구성된 서브시스템이다. 사용자 개발도구를 구성하는 기능 블록들의 상호관계와 개념적인 구조는 그림 3> 과 같다.



< 그림 3> 사용자 개발도구 구조도

4. 결론

Qplus-P 실시간 임베디드 운영체제는 현재 PDA, 홈서버, 웹패드뿐만 아니라 다양한 편재형 기기에 탑재되었으며, 기존 리눅스가 가지는 여러 장점과 더불어 실시간 기능, 빠른부팅, 저전력 기능, 멀티미디어 파일시스템, 편리한 개발환경과 같은 추가적인 기능의 제공으로 다양한 편재형 기기의 요구를 충족시킨다.

참조 문헌

- [1] 전자통신연구원, "정보가전기기별 확장가능 표준 RTOS 기술 개발 사업 최종 보고서", 임베디드 소프트웨어 기술 개발 센터, 2002
- [2] Qplus-P/Target Builder Project, available at <http://qplus.etri.re.kr/qplus-p>
- [3] Esto Project, available at <http://esto.etri.re.kr>