사례 발표

임베디드 시스템을 위한 표준형 RTOS 개발
-Velos RTOS 개발 사례 -

유 병 석*

목 차

1. 서 론
2. 개발과정
3. 변화하는 시장
4. Velos Feature
5. 결 론

1. 서 론

1990년대를 기점으로 "임베디드", "디지털 컨버젼스"와 같은 용어들이 IT 분야의 화두가 되었다. 좀더 다양한 기능을 가진, 좀더 지능적인, 좀더 사용자 친화적인 전자 기기들에 대한 시장의 요구는 한편으로는 시스템온칩(SoC)과 같은 다양한 디바이스 기능을 집적한 마이크로프로세서의 등장을 가져와 하드웨어의 소형화, 다기능화를 촉진하였고, 반대편에서는 탑재된 펌웨어의 복잡도를 빠른 속도로 높이는 결과를 가져왔다.

기존에 8비트 마이컴 기반의 단순 명령 패널 수준이었던 응용들에도 LCD 디스플레이, 네트워크, 엔터테인먼트 프로그램 등 다양한 기능이 부가되기 시작하였고, 이에 따라 단순한 반복 처리 루틴의 펌웨어 수준으로는 소프트웨어 요구 사항을 대응할 수 없게 되었다. 그 결과 그 이전에는 고성능 실시간 시스템 - 항공, 우주 분야 또는 무기 분야의 - 이나 핵심 네트워크 장비에서나 사용되던 실시간 운영 체제가 소비자 가전을 비롯한 다양한 응용으로 적용이 확대되게 되었다. 그 결과 하드웨어에 치우쳐 있었던 개발의 중심은 점차 소프트웨어 개발로 이동하였고, 현재는 임베디드 시스템 개발 기간 중 많은 부분이 소프트웨어 개발에 소요되고 있다. 본 고에서는 임베디드 시스템 소프트웨어에서 핵심역할을 하고 있는 실시간 운영체제의 국산화에 성공한 Velos 실시간 운영체제의 개발 및 상용화 과정을 정리하고, 향후 개발 계획 및 해결 과제를 제시하고자 한다.

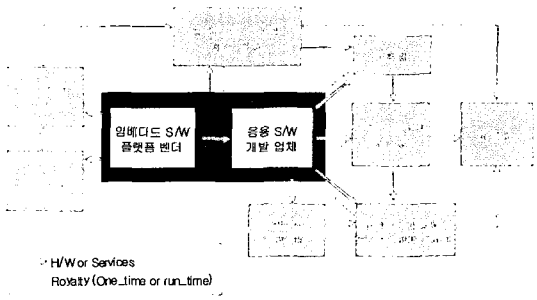
2. 개발과정

2.1 시간 운영 체제 개발인가?

1990년 후반, 당사는 연구 개발 중심의 회사로 거듭나기 위한 시도로 새로운 프로젝트를 구상하고 있었다. 당사가 영위하고 있던 임베디드 분야의 시장에서 소프트웨어의 중요성이 날로 커져가고 있었고, 게다가 대부분의 개발사들은 외국의 솔루션을 그대로 도입하는 방법을 취하고 있었다. 외산 솔루션의 경우, 상대적으로 고가고 적용에 필수적인 기술 지원 서비스도 미약했다. 임베디드 시스템 Value Chain에서 임베디드 Software는 핵심역할을 하고 있었다.

임베디드 운영체제 원천 기술을 확보하는 것은

* MDS테크놀러지(주) Velos 실시간 운영체제 개발 총괄



(그림 1) 임베디드 시스템 Value Chain

사업적 측면에서나 국가적인 측면에서나 매우 시급한 과제였다. 임베디드 시스템 시장은 성장산업 시장이다. 회사에서는 일찍이 이 시장의 가치를 알아보았고 그 중에 핵심으로서 공통적으로 사용되는 기술로서 임베디드 시스템용 실시간 운영체제가 그 중심에 있었다. 다행히도 그 때 서울대학교 실시간 운영체제 연구실 등 국내 대학의 연구진들은 이러한 시급성을 간파하고 학술 과제로서 실시간 운영체제의 초기 버전을 완료하고 있었다. 당사는 서울대학교 실시간 운영체제 연구실과의 산학협력을 통한 원천 기술 확보 방식으로 실시간 운영체제 솔루션을 도입하고 지속적으로 연구 개발을 수행하여 성공적으로 시장에 상용화하는 과제를 수행하기로 결정하였다.

그러나 기술적인 측면보다 시장이나 정책적인 측면에서 본 프로젝트는 매우 어렵고 위험한 과제임에는 틀림없었다. 대부분의 업체들은 이미 다양한 양산을 통해 안정성을 입증받은 외산 솔루션을 선호하거나, 비용 면에서 장점이 큰 외산 오픈 소스 솔루션을 대안으로 생각하고 있었다. 후발 주자로 높은 시장 진입 장벽을 뚫고 경쟁력 있는 솔루션을 제공하기 위해 당사는 어렵고 긴 과정을 통해 상용화의 뿌리를 내리게 되었다.

2.2 개발 및 상용화의 시작

1996년 한국형 실시간 운영체제에 대한 연구와 구현을 목적으로 서울대학교에 실시간 운영체제 연구실(지도교수 홍성수, 이하 연구실)이 설립되었다. 연구실은 그 해부터 Velos의 최초 모태이나 현재의 Velos와는 많은 면에서 다른 설계 방식을 따른 Arx를 개발하기 시작하였다. Arx는 MMU를 이용하여 사용자와 커널의 메모리 영역을 구분하는 보호 모드형 실시간 운영체제다. 이 방식의 운영 체제는 신뢰성 면에서 장점이 있지만, 프로세서의 성능과 메모리 사용량 등에 제한을 가진 임베디드 기기에는 적합하지 못한 면이 있다. 이런 문제점을 극복하고 꼭 필요한 기능만으로 최적화된 커널을 개발하고자, 연구실에서는 1998년 12월부터 Arx를 변형하는 작업을 시작하였다.

지속된 개발로 1999년 10월에 mArx (micro Arx) 실시간 운영체제를 완성하였고, 이는 기존 Arx가 가졌던 장점을 극대화하는 동시에, 기존의 실험적인 요소들을 제거한 실용적인 커널로 설계하였다. mArx는 운영체제가 지원하는 고 정밀도 시간 이벤트 처리, 실시간 제약을 표현하는 API 확장, ISR의 편리한 확장을 위한 ISR chaining, 우선순위 역전을 최소화할 수 있는 인터럽트 서비스 쓰레드 등을 Arx로부터 물려 받은 반면, 커널 이벤트 업콜, 사용자 레벨 디바이스 드라이버 등 오버헤드가 큰 기능들을 배제시켰다.

mArx는 1999년 중반 이미 안정적으로 수행이 되고 있었으나 초기 설계 과정의 시행착오 배제와 성능 개선을 위해 12월부터 전면 코드 재작성을 통해, 2001년 1월에 완성되었다. MDS테크놀로지㈜는 산학협동을 통해 이러한 개선 과정을 지원하고 2001년 그 결과물을 이전받아 Velos라는 이름으로 본격적인 상용화를 시작하게 되었다.

2.3 설계목표

상용화 단계에서는 다음 사항을 중점으로 고려하였다. 우선 Scalability 측면에서 임베디드 시스템

은 아주 작은 시스템에서부터 커다란 시스템까지 다양한 제품에 적용 가능하기 위해서는 Scalability를 높여야 한다. 또한 실시간 시스템을 설계하는데 있어서 Predictability 측면에서 평균성능이 좋게 나오게 한 것이 아니라 좋은 성능이 항상 일정하게 나오도록 고려하였다. 또한 Performance 측면에서 OS 런타임 오버헤드가 작게 나와야 하며 이를 위해 태스크간 통신 및 동기화 시간이 짧도록 해야 하고 실시간 메모리 관리를 제공해야 한다. 또한 Consumer Device를 위해 빠른 부팅으로 대기시간을 최소화시켜야 한다.

2.4 실시간 커널에서 운영 체제 솔루션으로

학술적 목적의 연구 결과물을 실제 시장에 적용할 수 있는 '솔루션'으로 발전시키는 작업이 기업인 MDS테크놀로지㈜가 해야 할 작업이었고, 이러한 작업은 기존의 결과물을 업계에 적용할 수 있도록 안정화 테스트를 수행하고, 상위 미들웨어 라이브러리 및 API를 정비하는 일, 개발의 효율성을 높여주는 개발도구를 개발하는 것 등을 포함하였다.

2001년 당시 Velos는 이미 이론적으로는 업계의 프로젝트에 적용할 수 있는 요소들을 갖춘 상태였다. 그러나 실제적으로는 각각의 요소들의 검증과 업계에서 요구하는 다양한 요구 사항에의 대응, 실질적인 통합 솔루션의 부재 등, 상용화로 가는 길에는 많은 개발 작업이 수반되어야 하였다. 당사는 이와 같은 문제점들을 해결하기 위해 연구실과의 산학 협력 및 교류를 통해 다음과 같은 과제를 지속적으로 수행해 나갔다.

2.5 네트워크 프로토콜 스택의 개선

당사는 기존에 Velos가 가지고 있던 리눅스 기반의 네트워크 스택이 다양한 프로토콜을 지원하지 못하는 한계를 가지고 있었고, 크기와 성능, 안정성의 측면에서 더욱 우수한 프로토콜 계층을 확보하기 위해, 관련 전문 회사인 미국의 인터니치 사의 네트워크 프로토콜 스택을 선정하여 Velos에 포팅/최적화하는 작업을 수행하였다. 이로써 간단한 네트워크 응용뿐 아니라, 핵심 라우터급 네트워크 장비 등에도 Velos를 적용할 수 있는 기반을 확보하게 되었다.

2.6 가상 파일 시스템

점차적으로 다양한 응용에서 필수적으로 요구되는 파일 시스템 API 계층을 추가하였다. FAT 기반의 다양한 미디어를 지원하는 고성능 임베디드 파일 시스템을 구현하고 이를 검증하는 작업을 수행하였다. 이 작업의 결과로 기존에 지원하지 못했던 파일 응용을 포함한 임베디드 시스템 프로젝트에도 Velos를 적용할 수 있게 되었다.

2.7 UI 라이브러리의 개선

당시 업계가 주목하고 있던 시장인 PDA 응용기기 시장에 진출하기 위한 필수적인 요소로 기존에는 초보적인 수준이었던 UI 라이브러리를 대폭 개선하였다. 첫째로 기존에 제공하고 있던 Win32 API 기반의 마이크로윈도우 라이브러리를 안정화하고 개선하여 다중 쓰레드 기반의 유연한 구조로 재편하여 PDA 형 증권 단말기 프로젝트에 적용하였다. 둘째로 좀더 전문적인 UI 라이브러리의 확보를 위해 미 Swellsoftware사의 PEG UI 라이브러리를 선정하여 Velos에 포팅 및 최적화를 완료하였다.

2.8 초기 적용 프로젝트

위와 같은 작업과 동시에 Velos를 실제 제품에 적용하려는 시도를 병행하였다. 그 노력의 산물로 두 가지의 PDA형 응용에 Velos를 탑재하여 양산하는데 성공하였으며, CDMA 무선 증권 단말기 기능의 PDA 폰 제품과 전자 책 기능과 MP3 기능을 가진 PDA 제품이 양산되었다. 이들 제품은 모두 ARM7TDMI 코어를 가진 ARM CPU 기반으로 개

발되었으며, Velos 커널을 비롯하여 앞서 언급한 전체 미들웨어의 결과물들이 통합적으로 적용된 첫 사례들이었다.

3. 변화하는 시장

앞 절에서 살펴본 바와 같이 Velos는 커널뿐 아니라 다양한 기능 요소를 만족하는 운영체제 솔루션으로 발전해 왔다. 또한 다양한 홍보와 마케팅을 통해 후발 주자로서의 낮은 인지도를 극복하고 새로운 대안으로 그 이미지를 부각시킬 수 있었다. 그러나 동시에 2002년에서 2003년 사이 시장의 상황은 급격하게 변화하여 Velos는 새로운 도전을 받게 되었다.

3.1 컨버전스의 시대, 준비된 솔루션 요구

디지털 기술의 발전으로 기존에는 따로 떨어져 존재하던 제품 기능들이 하나의 제품으로 통합되는 "컨버전스"의 움직임이 2002년부터는 본격적으로 구체화되어 시장에 나타났다. 점점 더 다양한 기능을 가진 모바일 기기 특히 핸드폰을 중심으로 들이 시장에서 큰 호응을 받았으며, 이에 따라 소프트웨어에 대한 요구 사항도 급격하게 증가되어 운영 체제 솔루션 업체에서는 빠른 시장 진입을 가능하게 하는 "준비된 솔루션"에의 요구를 받게 되었다. 즉, 다양한 기능 구현을 이미 완료하여 개발 업체에서는 UI customization과 최적화 과정만을 거치면 양산에 대응할 수 있는 정도의 완성도를 요구받게 된 것이다. Velos도 이러한 시장요구에 맞추어 Portable Multimedia Player를 위한 솔루션, Controller 및 Sensor를 위한 솔루션 등의 Velos기반의 솔루션 구축을 시작하였다.

3.2 SoC화의 급진전

또한 시장의 상황에 따라, 마이크로프로세서 업계도 응용 시장에서 요구하는 디바이스 기능을 하나의 칩에 집적한 형태의 시스템 온 칩으로 대응하였다. 이는 당사와 같은 운영 체제 업체에게는 SoC 개발 업체와의 밀접한 협력을 통한 빠른 솔루션 출시를 요구하는 것이었다. 많은 개발 업체들은 그러한 SoC를 위한 소프트웨어를 직접 개발하거나 찾지 않고 SoC 개발사에서 공급 또는 추천해 주기를 원하고 있다. 이러한 시장 상황에 대응하고 시장 지배력을 강화하기 위해 대다수의 운영체제 공급 업체들은 조기에 SoC 업체와의 협력을 통해 자사 솔루션을 칩과 함께 공급하는 전략을 취하고 있다. 이러한 흐름에 부응하여 당사도 국내외 SoC 제조사와의 발 빠른 협력을 통해 Velos를 기본 OS로 채택하게 하는데 총력을 다하고 있다. 특히 최근 2-3년간 국내 팹리스 SoC 설계 업체들의 성장 움직임과 보조를 맞추어 임베디드 관련 하드웨어/소프트웨어 원천 기술의 국산화에 일익을 담당하고자 한다.

3.3 오픈 소스의 성장

외산 RTOS를 중심으로 형성되어 있던 임베디드 소프트웨어 시장은 임베디드 리눅스라는 오픈 소스 솔루션의 심각한 도전을 받게 되었다. 기존에 서버용 운영 체제로 폭넓은 호응을 받고 있던 리눅스는 소스 공개 및 수많은 자원 개발자들의 힘을 바탕으로 임베디드의 영역으로까지 그 세를 확장하였고, 하드웨어 개발 업체에서는 공개된 소스라는 비용적인 장점으로 오픈 소스를 선호하는 분위기가 점차 확산되어 갔다. 기존에는 서버나 일부 데스크톱용 플랫폼으로 사용되었던 리눅스는 공개된 소스와 개발자 군을 기반으로 임베디드 영역으로 그 세를 넓혀갔으며, 저렴한 비용과 쉬운 개발이라는 다소 잘못된 정보를 근거로 많은 개발자들의 호응을 받았다. 이는 Velos뿐 아니라 대부분의 상용 RTOS 시장에 닥친 위협이다. 그러나 역설적으로 임베디드 리눅스로 사업을 영위하는 업체들은 고부가가치를 올릴 수 있는 수익모델의 부재로 힘겨워하고 있다.

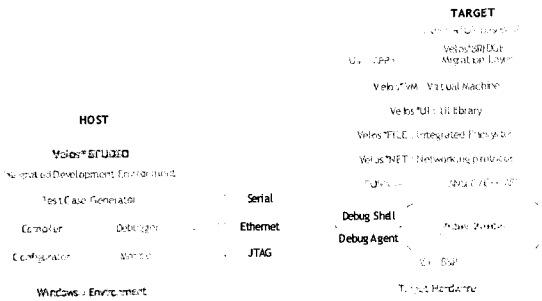
그러나 당사가 오픈 소스의 흐름에 반대만 하지 않고 두 가지 대응 방식을 취하고 있다. 임베디드 시스템의 속성을 한 마디로 정의한다면 "다양성"이라고 할 수 있다. 리눅스가 적합한 시스템이 분명히 존재하지만, 임베디드 리눅스가 모든 부문에서 "쓸만한" 솔루션은 아니라는 사실을 널리 알리는 것이며, 반대로 리눅스 혹은 오픈 소스 진영의 결과물 중 라이선스에 위반하지 않는 양질의 코드를 적극 Velos 상위에 적용하여 기존 리눅스 선호 개발자들의 마음을 움직이는 것이다. 특히 GPL 등의 의무가 존재하는 라이선스 방식을 따르지 않은 코드 중, 시장이 요청하는 사양을 만족하는 상위 미들웨어가 오픈 소스로 공개되어 있는 경우, 이를 Velos에 채용하여 제공하는 것은 표준에 부합하며, 전체 소프트웨어 비용을 줄여 개발 업체의 선택을 쉽게 해줄 수 있다.

예를 들어 당사는 Velos 상위에 BSD UNIX 기반의 네트워크 프로토콜 스택을 최적화하여 Velos 상위에 포팅한 후, 이를 무상으로 고객에 제공하고 있다. 이는 기존의 오픈 소스 표준에 익숙한 개발자들이 추가적인 비용을 들이지 않고서도 필요한 미들웨어를 통합할 수 있도록 해준다.

뿐만 아니라 다양한 분야의 비 GPL 오픈 소스 코드를 검토하여 적극적으로 당사의 개발 로드맵에 포함하는 정책을 취하고 있다. 이를 통해 개발자가 직접 접하는 API 부분은 리눅스와 유사하지만, 법적인 문제점이 없고 내부 커널 성능은 더욱 우수한 솔루션으로 거듭나게 될 것이다.

4. Velos Feature

이러한 노력의 결과로서 Velos는 POSIX API, Network Stack, File System, UI Library 등의 구성요소를 갖추게 되어 외산 RTOS와 견줄만한 정도로 준비되게 되었다. Velos의 특징을 간단히 살펴보면 다음과 같다.



(그림 2) Velos Architecture

메모리 자원을 작게 요구하여 임베디드 리눅스 대비 약 20%의 메모리로 동일 시스템 구성이 가능하여 제품 단가를 낮출 수 있다. 더불어 선점형 실시간 스케쥴러로 최적의 실시간 수행을 보장한다. 그리고 다양한 표준 라이브러리 및 다양한 미들웨어를 지원하여 원하는 기능을 손쉽게 구현할 수 있게 하며, Dynamic Loading기능을 지원하여 응용프로그램 및 Device Driver 등 필요한 부분만 로딩해서 실행 가능하다. DPM(Dynamic Power Management)을 지원하여 저전력 시스템을 용이하게 구축할 수 있다. 현재는 라이선스를 체결하면 커널 소스를 제공하므로 문제 발생 시 커널 소스 코드 확인을 통해 빠른 해결이 가능하도록 하고 있다.

좀 더 기술적인 측면에서 POSIX 쓰레드 외에 보면 실시간 처리를 위한 주기 쓰레드를 제공하고, 빠르고 유연한 인터럽트 핸들링을 위해 쓰레드에 의한 인터럽트 처리 지원을 하며 쓰레드간 통신을 위해 Mutex, Semaphore, Message Queue, Signal 등을 지원한다.

4.1 적용시장분야

Velos는 모바일 멀티미디어 기기, 지능형 로봇, 출입통제 장치, 제어용기기, Smart Home Appliance 등에 최적인 기능을 갖추고 있다. 최근 들어 개발 업체들은 점점 더 양산에 가까운 소프트웨어 솔루션을 도입하여 최대한 빠른 시간 안에 시장에 제품을 공급하고자 한다. 또한 후발 주자로서

의 Velos는 기존 경쟁 솔루션과의 차별화를 위해 Velos 그 자체 보다는 특정 시장을 위해 "준비된" 솔루션이라는 이미지를 구축하는 것이 절실하다. 이와 같은 상황 인식에서 당사는 Velos 상위에 다양한 미들웨어와 응용 계층을 포함한 통합 솔루션을 구축, 공급하고 있다. 현재 Velos 기반의 솔루션에는 크게 다음과 같이 두 가지가 준비되어 있다.

4.2 휴대용 멀티미디어 기기를 위한 "MediaON" 솔루션

최근 멀티미디어 기능을 요구하는 다양한 기기들이 시장에 등장하고 있으며 그 중 많은 전시회 등 시장에서 등장하고 있는 제품은 손바닥만한 휴대용 멀티미디어 플레이어들이다. 이 제품들은 MPEG4 코덱 IP 등을 포함한 SoC 하드웨어에 기반한 경우가 많으며, 빠르고 안정적인 개발을 위해 준비된 통합 소프트웨어 솔루션이 개발에 요구된다. 당사는 이러한 제품 개발을 위해 커널과 BSP, UI 라이브러리, 파일시스템 등 기반 플랫폼뿐만 아니라, 바로 양산에 적용할 수 있는 응용 프로그램(플레이어)까지 개발하여 빠른 시장 진입을 돕고 있다.

4.3 다양한 인터페이스를 지원하는 컨트롤러 기기를 위한 "ControlON" 솔루션

위의 솔루션과는 반대로 당사는 Velos의 안정성과 실시간 성능을 장점으로, 산업용/환경용/의료용 컨트롤러를 위한 솔루션을 개발하여 공급하고 있다. 즉 다양한 센서 및 입력을 바탕으로 연결된 산업 기계 등을 제어하거나 모니터링하는 응용이 그것이다. ControlON은 이를 위해 다중 시리얼, 이더넷, 무선 연결 등을 지원하며, 손쉽게 그러한 구성을 지원할 수 있도록 API와 도구를 제공하는 솔루션이다.

향후에도 계속 다양한 솔루션을 구축할 계획을 가지고 있다. 지금까지 살펴본 바와 같이 국내 원천 기술의 Velos RTOS 개발진과 당사는 그 탄생부터 현재까지 급변하는 시장 상황에 대응하여 좀 더 차별화된 솔루션을 향해 총력을 기울이고 있다. 또한 2-3년 내에 그러한 노력의 결실로, Velos가 명실 상부한 세계적인 임베디드 OS 솔루션으로 자리잡으리라 확신한다.

5. 결 론

지금까지 Velos를 만들게 된 이유에서 현재 Velos를 좀더 차별화된 솔루션으로 만들기 위한 노력까지, 국내 최초의 RTOS 솔루션인 Velos의 개발 사례를 간략히 살펴보았다. 앞으로도 지속적인 연구 개발과 시장 친화적인 솔루션 구축을 통해, 개발자와 개발 업체에 이익을 가져다 주는 솔루션으로 자리잡을 수 있도록 노력할 것이다. 아울러 현재의 기반을 총체적으로 업그레이드하는 커널과 전용 개발 환경인 Velos*STUDIO의 개발도 막바지에 와 있다.

내년에는 국내뿐 아니라 해외 시장에도 Velos를 소개하여 본격적인 수출의 길도 열 계획에 있다. 국내 최초의 표준형 RTOS인 Velos의 앞날에 많은 분들의 관심과 성원을 부탁드리면서 이 글을 맺을까 한다.

관련사이트 : www.velos.co.kr

저자약력

유 병 석

1988년 서울대학교 전자공학과(학사)
1990년 서울대학교 대학원 전자공학과 (석사)
1990년~1997년 LG전자 실시간 임베디드 시스템 개발
1998년~2001년 LG전자 DTV용 SoC개발 및 Chip 운영 소프트웨어 개발 PL
2002년 - 현재 MDS테크놀로지㈜에서 Velos 실시간 운영체제 개발 총괄