

임베디드 리눅스와 uCOS-2 간 소스코드 변환에 대한 연구 : 세마포어를 이용한 쓰레드 동기화 예제

이 중 덕*, 이 민 철*, 맹 지 찬**, 유 민 수**, 안 현 식*, 정 구 민***

* 국민대학교 전자공학부, ** 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부, *** 국민대학교 전자공학부 조교수/교신저자

Research of the Source Code Transformation Between Embedded Linux and uCOS-2 : The Thread Synchronization Example using Semaphore

Jong-Deok Lee*, Min-Cheol Lee*, Ji-Chan Maeng**, Min-Soo Yu**, Hyun-Sik Ahn*, Gu-Min Jeong***

* School of Electrical Engineering, Kookmin University

** School of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University

*** School of Electrical Engineering, Kookmin University, Assistant Professor/Corresponding Author

Abstract - 본 논문에서는 임베디드 리눅스와 uCOS-2 간 소스코드 변환에 대한 연구를 위해 API 정변환/역변환기(API 변환기)를 이용하여 두 RTOS 간 소스코드 변환을 실험한다. API 변환기는 임베디드 소프트웨어의 개발을 돕기 위해 개발된 프로그램으로서, 정변환과 역변환 기능을 이용하여 이중 RTOS 간 소스코드를 자동으로 상호 변환한다. 정변환이란 중간형태의 C-코드인 CIC 파일에서 특정 RTOS를 위한 C-코드로 변환하는 것을 의미한다. 반대로 역변환은 특정 RTOS를 위한 C-코드로부터 CIC 파일로 변환하는 것을 가리킨다. 본 논문의 실험에서는 임베디드 리눅스와 uCOS-2의 동기화 소스코드 예제를 API 변환기를 이용하여 상호 변환해본다. 그리고 변환된 소스코드의 정상동작 여부를 확인하기 위해 각각의 타깃보드 위에 소스코드를 포팅한다.

API 변환 툴, 마지막으로 변환 구문을 이용하여 출력파일을 생성하는 툴이다. API 변환기는 정변환과 역변환 기능을 이용하여 이중 RTOS 간 소스코드 변환을 수행한다. 정변환에서는 중간형태의 C 코드인 CIC 파일을 입력받아 타깃플랫폼에 적합한 C-코드형태로 출력을 보내며, 역변환에서는 이와 반대의 기능을 수행한다. API 변환기는 CIC 형태의 중간단계 소스코드를 변환에 이용하며, 변환과정에 필요한 규칙과 정보들을 XML 파일에 정의하여 따로 관리한다. CIC 파일이란 Generic API를 사용하여 RTOS상에서의 동작을 표현한 코드로써 모든 플랫폼에 독립적인 소스코드이다. 또한 코드 변환에 필요한 변환 규칙, 패턴 및 심벌 정보를 XML 파일에서 따로 관리하기 때문에 개발자는 RTOS의 종류가 바뀌더라도 API 변환기의 수정이 필요 없이, 각 RTOS를 위한 XML 파일만 새롭게 만들어 주면 된다[6].

1. 서 론

최근 들어 MP3 플레이어, 휴대폰, 디지털카메라 등과 같은 디지털 기기들에서 RTOS 기반의 솔루션을 탑재하는 경우가 늘고 있으며 현재 국내 업체들에서도 MP3 플레이어에 uCOS-2 등의 RTOS를 사용하는 업체가 나타나고 있다. RTOS를 탑재한 디지털 기기가 증가하는 이유는, RTOS가 제공하는 스케줄링 기능을 이용하여 메모리, CPU와 같은 시스템 자원의 효율적 사용이 가능하기 때문이다. RTOS를 사용함으로써 전력소모를 줄이거나 좀 더 낮은 성능의 CPU를 사용하는 것과 같은 비용절감 효과를 기대할 수 있다[1].

하지만 위와 같이 RTOS를 탑재한 제품들이 증가하는 속도에 비하여 RTOS 소프트웨어를 개발하기 위한 프로그램의 발전 속도는 매우 더딘 편이다. UML과 같은 모델링 방법론이 도입되고 있지만, 대부분의 모델 주도형 접근 방법을 적용한 소프트웨어 개발 툴들은 임베디드 소프트웨어가 갖는 실시간성, 병행성, 자원제약과 같은 특징들을 만족하지 못한다[2][3][4].

따라서 [5]에서는 임베디드 소프트웨어가 갖는 실시간성과 같은 특성을 고려하여 API 변환기를 개발하였다. API 변환기는 임베디드 소프트웨어 개발을 위한 툴로서 이중 RTOS 간 소스코드를 자동으로 변환해준다. 동일한 동작을 하는 임베디드 소프트웨어를 다른 종류의 RTOS에 맞게 변환하는 경우, API 변환기를 사용하면 소스코드 변환에 드는 시간과 비용을 줄일 수 있으며 소스코드의 재사용성을 증가시킬 수 있다.

본 논문에서는 임베디드 리눅스와 uCOS-2 간 소스코드 변환을 연구하기 위해, API 변환기를 이용하여 두 RTOS의 소스코드를 상호 변환하는 실험을 수행한다. 임베디드 소프트웨어의 특징을 반영하기 위해 세마포어를 이용하는 동기화 소스코드를 예제로 사용하며 실험과정은 다음과 같다. 세마포어를 사용하는 쓰레드 동기화 예제를 임베디드 리눅스용으로 작성하고, 이를 API 변환기를 사용하여 uCOS-2에서 실행 가능한 형태로 변환한다. 그 후 변환된 소스코드를 타깃보드에 포팅하여 정상동작 여부를 확인한다. 그 반대로 uCOS-2용 소스코드를 임베디드 리눅스용으로 변환하고 타깃보드에서의 정상동작을 확인한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장 기존 연구에서는 API 변환의 구조 및 동작방식에 대하여 알아본다. 3장에서는 API 변환기를 사용한 쓰레드 동기화 코드 변환 실험 및 결과에 대해서 기술한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. 기존 연구

본 장에서는 API 변환기의 구조 및 동작 방식에 대하여 알아본다.

2.1 API 변환기의 구조

API 변환기는 C언어로 구현되어 있다. 그림 1과 같은 구조를 가지며 다음과 같은 4가지 툴로 구성된다. 입력 파일 파서, XML로 기술된 변환 규칙 파일 파서, 패턴, 심벌 그리고 변환 규칙을 이용한

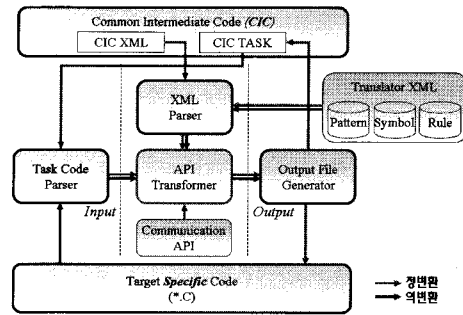


그림 1. API 변환기의 구조

2.1 API 변환기의 동작순서

API 변환기의 아래와 같은 4단계의 순서로 동작한다.

1. 초기화 : API변환기는 사용할 자료구조 정의 및 메모리 할당 등의 초기화 루틴을 수행하며, 입/출력 파일 리스트를 확보하여 변환 준비를 마친다.
2. 관련 정보 수집 : 입력 태스크 코드를 파싱하여 변환 대상이 되는 API를 분류하고, API의 부가정보들을 수집한다.
3. 코드 변환 : 패턴을 참조하여 변환 대상이 되는 API들을 분류하고 심벌 테이블, 변환 규칙을 참조하여 변환 구문을 생성한다.
4. 출력 파일 생성 : 기존 코드와 앞 단계에서 생성된 변환 구문을 이용하여 최종 출력 코드를 생성하고 메모리 정리 및 종료 코드를 호출한다.

3. API 변환기를 이용한 쓰레드 동기화 코드변환 실험

본 장에서는 실험에 사용된 타깃보드에 대한 설명과 함께 API 변환기를 이용한 임베디드 리눅스와 uCOS-2 간 동기화 소스코드 변환실험 과정 및 결과에 대하여 기술한다.

3.1 RTOS 포팅에 사용된 타깃보드

API 변환기를 통해 변환되는 소스코드의 정상동작 여부를 알아보기 위해 교육용으로 많이 사용되는 타깃보드를 사용하여 포팅하였다. 표 1과 같이 임베디드 리눅스를 포팅하기 위한 타깃보드로써 한 백전자의 HBE-EMPOS 2 키트를 사용하였고, uCOS-2를 포팅하기 위하여 디오이즈의 DTB-196-BK를 이용하였다.

카테고리	UPE-EMPOS-2	DTB-196-BK
CPU	Intel XScale PXA-255(400MHz)	80C196KC (20MHz)
Memory	FLASH 32MByte (32bits Access)	
	Intel Strata Flash (64MByte 확장 가능)	ROM: 29C256
	SDRAM 128MByte (32bits Access)	RAM: 61256
	SRAM 1MByte (32bits Access)	
Display	TFT Graphic LCD, Touch Pad, Text LCD	LCD 16*2: Character LCD
USB	Slave (PC Connectivity)	DTB-196 보드 파워 공급용
기타	Serial, Audio, LED, JTAG	Keypad(12Keys)

표 1. HBE-EMPOS 2 & DTB-196-BK 키트의 사양

3.2 API 변환기를 이용한 소스코드 변환실험 과정

임베디드 소프트웨어의 대표적 예제로써 세마포어를 이용한 스레드 동기화 소스코드를 변환에 사용하였다. API 변환기를 이용한 코드 변환 실험과정은 그림 2와 같다. 우선 임베디드 리눅스를 위한 동기화 프로그램을 main.c, increase.c, decrease.c와 같이 3개의 파일로 나누어 작성한다. 그 다음 위 세개의 C-코드를 API 변환기를 사용하여 uCOS-2에 실행 가능한 형태로 변환한다. 그 후 반대로 uCOS-2용 C-코드를 API 변환기를 사용하여 임베디드 리눅스에 맞는 형태로 변환해본다.

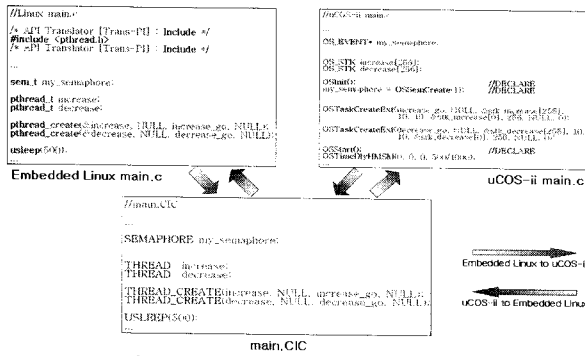


그림 2. API 변환기를 이용한 소스코드 변환 과정

3.3 API 변환기를 이용한 소스코드 변환실험 결과

API 변환기를 사용하여 변환한 결과 아래의 그림 3과 그림 4에서 보는 바와 같이 각 RTOS를 위한 C 소스코드에서 API 변환, 헤더파일 추가, 스레드 및 세마포어 관련 변수 선언이 추가된 것을 알 수 있다.

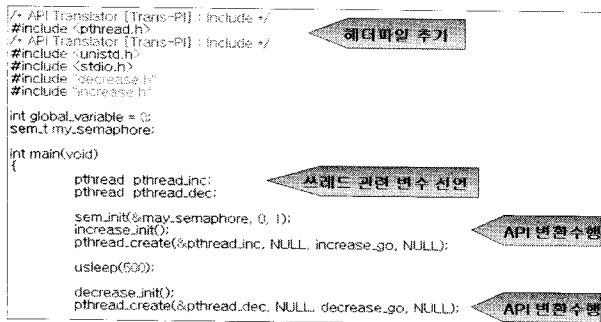


그림 3. 임베디드 리눅스 스레드 코드변환 결과

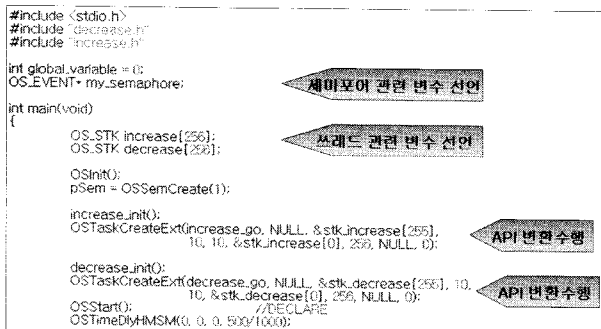


그림 4. uCOS-2 스레드 코드변환 결과

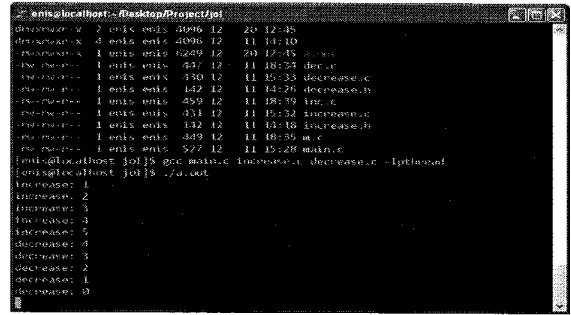


그림 5. 임베디드 리눅스 실행화면

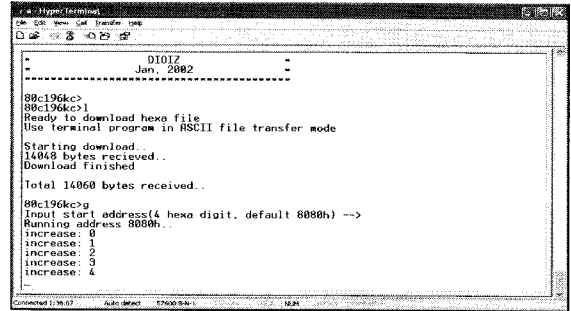


그림 6. uCOS-2 실행화면

그림 5와 6을 보면 API 변환기를 통해 변환된 소스코드가 실제 타겟보드에 포팅된 경우에도 성공적으로 실행되는 것을 확인할 수 있다. 이 같은 결과는 API 변환기의 정변환과 역변환을 이용한 이중 RTOS 간 소스코드 변환이 성공적으로 이루어진 것을 의미한다.

4. 결론

본 논문에서는 임베디드 리눅스와 uCOS-2 간 소스코드 변환을 연구하기 위해, API 변환기를 이용하여 두 RTOS 간 소스코드 변환을 수행하였다. 임베디드 소프트웨어의 특성을 반영하기 위해 세마포어를 이용한 스레드 동기화 소스코드를 예제로 사용하였다. API 변환기의 정변환과 역변환 기능을 이용하여 임베디드 리눅스용으로 작성된 동기화 소스코드를 uCOS-2용으로 변환하였고, 그 반대의 과정도 실행하였다.

API 변환기를 이용한 소스코드 변환실험 결과, 각각의 RTOS를 위한 C 소스코드에서 헤더파일 추가, 변수 선언 그리고 API 변환이 원활하게 수행된 것을 확인할 수 있었다. 변환된 소스코드의 정상 동작 여부를 알아보기 위해 타겟보드에 포팅하여 실행여부를 알아보았다. 타겟보드에서의 실험결과, 임베디드 리눅스와 uCOS-2로 변환된 소스코드 모두 정상적으로 동작하는 것을 확인할 수 있었다.

본 논문의 실험에서 사용한 임베디드 리눅스와 uCOS-2 동기화 소스코드는 타겟보드와 관련된 디바이스 드라이버에 관한 내용이 없다. 앞으로 API 변환기에 디바이스 드라이버에 관한 코드변환 기능을 추가한 후, 디바이스 드라이버를 포함하는 임베디드 리눅스와 uCOS-2 소스코드의 변환에 대해 연구하려고 한다.

[참고 문헌]

- [1] 김정환, "임베디드 시스템의 성능향상에 따른 RTOS 기술 개발 동향", 정보통신연구진흥원 학술정보, 주간기술동향 1214호, 2005.
- [2] Balasubramanian K., Gokhale A., Karsai G., Sztipanovits J., and Neema S., "Developing Applications Using Model-Driven Design Environments", Computer, vol.39, pp. 33-40, 2006.
- [3] Thomas O. Meservy and Kurt D. Fenstermacher, "Transforming Software Development: An MDA Road Map", Computer, vol. 38, pp. 52-58, 2005.
- [4] E. Riccobene, P. Scandurra, A. Rosti, and S. Bocchio, "A Model-driven Design Environment for Embedded Systems", Design Automation Conf., pp. 915-918, 2006.
- [5] 박병률, "RTOS 기반 임베디드 S/W를 위한 API 정변환/역변환기의 개발", 정보 및 제어 심포지움 논문집, pp. 187-189, 2007.
- [6] 박병률, "모델 기반 접근 방법을 이용한 임베디드 S/W를 위한 API 변환기의 개발", 한국신호처리시스템학회논문지, vol.8 no.4, pp. 272-278, 2007.