

HEART: 다양한 종류의 내장형 시스템들을 위한 맞춤형 실시간 운영체제

박지용*, 홍성수**

서울대학교 공과대학 전기컴퓨터공학부 실시간 운영체제 연구실

HEART: A Highly Customizable Real-Time Operating System for Diverse Embedded Systems

Jiyong Park*, Seongsoo Hong**

Real-Time Operating Systems Laboratory, School of Electrical Engineering and Computer Science,
Seoul National University

E-mail : *parkjy@redwood.snu.ac.kr, **sshong@redwood.snu.ac.kr

Abstract

In this paper, we present an RTOS named HEART (Highly Expandable AOP-based Real-Time operating system). It is modularized into a single base and multiple optional features. The base implements a core functionality and each feature implements a specific functionality of RTOS such as interrupt nesting, multithreading, inter-thread communication, and etc. Users can customize HEART just by selecting needed features. Then a specialized version of HEART is automatically generated. We argue that HEART enables the rapid construction of optimized and application-specific RTOSes for diverse embedded systems.

I. 서론

최근 내장형 시스템들의 종류가 다양해 지고 있으며 한 기기가 제공해야 할 기능들의 수도 기하 급수적으로 증가하고 있다. 이런 다양성 때문에 범용 실시간 운영체제(RTOS)로는 각 내장형 시스템에 최적화된 성능을 이끌어 내기가 매우 힘들다. 이런 문제점을 해결하기 위해서는, 기능별로 모듈화되어 있어서 사용자가 필요한 모듈들만을 조합하기만 하면 원하는 목적에 최적화된 RTOS가 생성되는 맞춤형 RTOS가 필요하다.

이러한 RTOS는 범용 RTOS에 비하여 다양한 장점을 가진다. 그 중 가장 큰 장점으로는 반드시 필요한 코드들만으로 이루어질 수 있기 때문에 속도가 빠르고 메모리 소모 또한 작다는 점을 들 수 있다. 또한 확장

성이 매우 높다는 장점도 있다.

그러나 지금까지 진정한 맞춤형 RTOS는 등장하지 않았다. RTOS는 근본적으로 복잡하며 이를 수정하는 것은 시스템의 성능에 직접적인 영향을 주기 때문에 기능별로 모듈화 하기가 매우 힘들기 때문이다. 또한 이러한 작업은 RTOS의 개발자이거나 RTOS에 정통한 사람이 아니라면 큰 어려움이 따르는 일이었다.

II. 본론

본 논문에서는 이러한 어려움을 극복한 맞춤형 RTOS인 HEART (Highly Expandable Aspect-oriented Real-Time) OS를 제안한다. HEART는 가장 기본적인 기능을 제공해 주는 base 모듈과 그 외 부가적인 기능들을 구현하고 있는 수많은 feature라는 모듈들로 이루어진 RTOS이다. 새로운 기능을 추가하기 위해서는 기존의 feature들을 수정할 필요 없이 새로운 feature를 작성하여 추가하면 된다. 현재 HEART는 인터럽트 핸들링, 멀티스레딩과 같은 기능들이 모두 feature로 구현되어 있으며, 이들의 조합으로 다양한 형태의 RTOS로 구체화될 수 있다.

이러한 모듈화를 위해 HEART는 최근 주목을 받고 있는 aspect-oriented programming (AOP) [1]기법을 적극 사용하여 개발되었다. AOP는 aspect라는 새로운 단위의

모듈을 도입하여 RTOS 와 같이 기존의 객체지향 혹은 컴포넌트 기반의 방법으로는 모듈화가 힘든 복잡한 소프트웨어를 효과적으로 모듈화 하는 방법을 제공해 준다. HEART 의 feature 는 이 aspect 를 확장한 모듈 단위로써, aspect 의 핵심 구성 요소인 advice 들의 순서를 자유롭게 정의할 수 있는 기능을 가지고 있다.

또한 HEART 의 각 feature 들은 서로 dependency 를 가지고 있다. 이 dependency 들은 RTOS 에 대해 잘 알지 못하는 사용자가 실수로 동시에 같이 포함될 수 없는 feature 들을 선택하는 경우를 막아주는 데 사용된다.

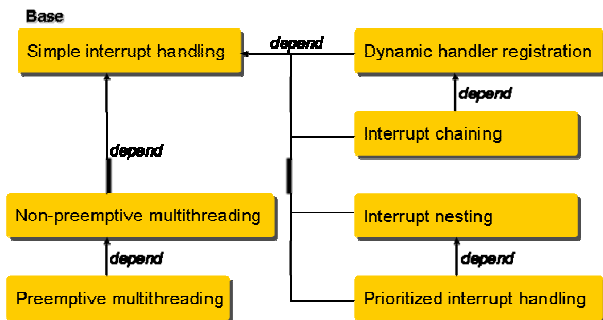


그림 1. HEART 에서 구현된 feature 들과 이들의 상호 의존관계

HEART 가 현재 제공하는 feature 들은 크게 두 부류로 나눌 수 있다. 첫째, 인터럽트 핸들링에 관련된 feature 들이 있다. 구체적으로 이들은 simple interrupt handling, dynamic handler registration, interrupt chaining, interrupt nesting, prioritized interrupt handling 의 5 개의 feature 들이다. 이들은 순서대로 가장 간단한 수준의 인터럽트 핸들링 기법에서부터, 인터럽트 핸들러에 우선 순위를 부여하여 처리하는 기법까지를 다루고 있다. 이들의 조합으로 총 9 가지의 다양한 인터럽트 핸들링 방식이 가능하다. 둘째, 멀티 스레딩에 관련된 feature 들이 있다. 구체적으로 non-preemptive multithreading, preemptive multithreading 의 두 feature 들이 있다. 전자는 스레드가 자발적으로 CPU 를 반환할 때만 스케줄링이 일어나는 것을 지원하며, 후자에서는 이를 확장하여 타이어 인터럽트와 같은 인터럽트 핸들러에 의해 수행중인 스레드가 강제로 선점되는 것을 지원한다. 그림 1 은 이들 feature 들의 관계를 나타내고 있다.

III. 구현

HEART 는 본 실험실에서 개발한 AOX (Aspect-Oriented eXtension)라는 이클립스 기반 통합 개발 환경을 이용하여 개발되었다. AOX 는 AOP 의 joinpoint,

pointcut, advice 의 개념을 바탕으로 다른 소스 코드를 수정하지 않고서도 그 소스 코드에 새로운 코드를 삽입하는 것을 가능하게 해 준다. 그림 2 는 AOX 를 통해 HEART 를 개발하는 모습을 보여준다.

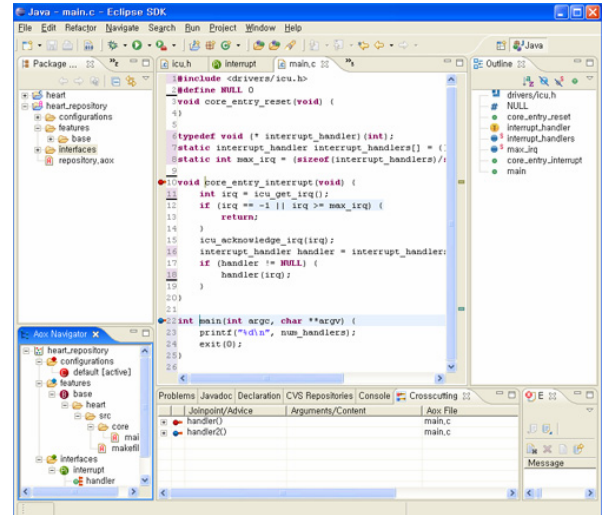


그림 2. AOX 를 이용하여 개발되고 있는 HEART 의 모습

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 다양한 내장형 시스템에 적용될 수 있는 맞춤형 RTOS 인 HEART 를 제안하였다. HEART 는 서로 복잡한 상호 작용을 하여 모듈화가 어렵다고 여겨졌던 RTOS 의 핵심 기능들을 별도의 모듈로 분리시키고 있다. 이를 위해 우리는 AOP 의 개념을 적극적으로 활용했으며, 기존의 aspect 개념을 확장하여 advice 들 사이의 순서를 정할 수 있도록 한 feature 라는 모듈 단위를 고안하였다.

향후 연구 방향은 두 가지이다. 첫째, HEART 를 안정화시킨 다음 메모리 관리, 디바이스 드라이버, 파일 시스템, 멀티 프로세서 지원등 다양한 feature 들을 구현하는 것이다. 둘째, HEART 를 현재 연구중인 자동차용 메시지 기반 미들웨어의 플랫폼으로써 사용하여 그 실용성을 검증할 것이다.

참고문헌

[1] G. Kiczales, J. Lamping, A. Mendhekar, C. Maeda, C. V. Lopes, J. Loingtier and J. Irwin, Aspect-Oriented Programming, In Proceedings of European Conference on Object-Oriented Programming, 1997