

# 가상 ECU 기반의 차량용 임베디드 소프트웨어의 활용

공지수, 한우진, 양안나  
드림에이스

{okdongja, [wjhan.metamon](mailto:wjhan.metamon@drimaes.com)}@drimaes.com

## A Utilization Automotive Embedded Software for Virtual ECU

Kong Jisu, Han Woo Jin, Yang Anna  
Drimaes

### 요 약

최근 미래자동차에서의 차량의 개발은 HW의 성능 증가와 사용자의 요구사항에 따라 SW의 복잡성 또한 높아지고 있는 추세이다. 이에 따라 차량 ECU의 HW 및 SW에 대한 검증 방법에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 차량용 임베디드 소프트웨어의 개발 및 검증을 위하여 QEMU를 활용한 ECU의 가상화와 AUTOSAR 표준을 따르는 차량용 임베디드 소프트웨어의 개발 및 검증방안에 대해서 다룬다.

### I. 서론

최근 미래자동차에서 차량 개발은 HW 성능이나 사용자 요구 사항에 따라 2 빠르게 변하고 있고, SW의 복잡성 또한 증가하고 있어 선진국들은 국가 차원에서 SW 안정성을 위한 전략적 투자와 연구를 진행하고 있다.[1] 이에 따라 차량 ECU의 HW 및 SW에 대한 검증 방법에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 하지만, 기존 차량 ECU 소프트웨어 개발 및 검증 프로세스의 한계로 인하여 많은 비용과 리소스가 소모되고 있는데, 차량 ECU HW 및 SW 개발이 병렬적으로 수행되어 소프트웨어의 재사용성이 낮아지고 수정 개발이 불가피해진다는 단점이 있으며, ECU가 차량마다 다양한 요구조건을 가지고 있어 하나의 일반화된 테스트 모델을 제공하기 어렵다. 또한 차량용 임베디드 소프트웨어의 경우 소프트웨어는 HW, middleware, 응용 소프트웨어 등 여러 계층의 컴포넌트의 연계성으로 인하여 테스트 시 결함의 파악이 어렵고, 이에 따라 테스트 결과의 확인도 어려운 상황이다.[2s] 본 논문에서는 차량 ECU HW 및 SW 검증을 용이하게 할 수 있도록 차량용 ECU의 가상화 및 차량용 임베디드 소프트웨어의 구현을 통하여 차량용 임베디드 소프트웨어를 설계하고 구현한다. 본 논문의 2 장에서는 차량용 임베디드 소프트웨어의 구조와 구현의 결과를 보이고, 3 장에서는 향후 연구 계획을 작성하고 결론을 맺는다.

### II. 본론

본 장에서는 차량용 임베디드 시스템의 대표적인 표준인 AUTOSAR(AUTomotive Open System Architecture)에 대한 설명과 AUTOSAR 표준 구조를 따르는 차량용 임베디드 시스템의 구성 및 구현과 구현의 결과를 보인다. AUTOSAR 표준에 따라 차량용 임베디드 시스템의 구조는 그림 1과 같이 BSW(Basic

Software), RTE(Runtime Environment), ASW(Application Software)로 구성되어 있다.

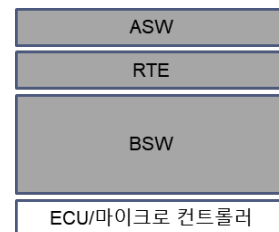


그림 1. AUTOSAR의 Layer

본 논문에서는 표준 AUTOSAR의 구조를 따르는 차량용 임베디드 소프트웨어를 구성함에 있어, 검증방법에 따라 두 가지 분류로 소프트웨어의 구성을 분류하였다. 두 가지 분류는 CAT1과 CAT2로 CAT1의 경우 차량용 임베디드 소프트웨어의 소스 레벨 검증을 위한 차량용 임베디드 소프트웨어의 구성이며 CAT2는 바이너리 레벨 검증을 위한 차량용 임베디드 소프트웨어의 구성이다.

CAT1은 그림 2와 같은 구조를 가지며, 차량을 위한 ECU의 이미지 파일을 구하기 어려운 경우에 차량용 임베디드 소프트웨어의 개발 및 검증이 가능을 위한 구조로 차량 ECU 가상화 환경을 구현하기 위해 PC/Server 환경에서 Application SW를 제외한 RTE, Basic SW 및 OS 그리고 MCAL(microcontroller Abstraction Layer)을 작동 가능한 소프트웨어로 애플리케이션 할 수 있도록 한다. 이는 ASW, BSW, RTE의 동작 검증에 초점을 맞춘 형태로 POSIX 기반으로 구동이 가능한 차량용 임베디드 소프트웨어를 구성하고 구현하였다.

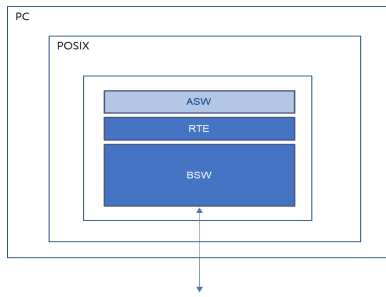


그림 2 CAT1의 구성

CAT2는 그림 3의 구조를 가지며, 차량용 임베디드 소프트웨어를 구동하고자 하는 특정 하드웨어가 있지만, 해당 하드웨어의 실물이 없는 경우 하드웨어를 QEMU(Quick EMUlator)상에 가상화하여 에뮬레이션하는 방법이다. 차량용 임베디드 소프트웨어의 바이너리 파일을 가상화 된 하드웨어에서 구동함으로써 임베디드 소프트웨어의 동작을 검증한다. 이는 주어진 차량용 임베디드 소프트웨어의 바이너리 파일이 타겟 ECU에 올라가기 전 전체 동작을 검증하기 위한 형태이다. 여기서 OSEK은 차량용 임베디드 시스템을 위한 운영체제로 통신 스택 및 네트워크 관리 프로토콜을 만든 표준 규격 자체로, 차량용 실시간 운영체제를 말한다. POSIX 기반으로 OSeK이 구동되며 OSeK의 API를 활용하여 Autosar가 구동된다. 다만 기존 Autosar 표준과는 다르게 제안 기술은 Autosar 내에서 FMI를 지원한다. CAT.2의 경우 가상화 된 마이크로컨트롤러 상에 OSeK이 실행되고 그 위에 구현된 AUTOSAR가 구동된다. QEMU는 격리된 상태이므로 통신을 위해서는 QEMU 상에 통신 포트를 열어주어야 한다. 이를 통해 가상화 된 PCI 버스를 통해 네트워크 데이터를 주고받을 수 있다.

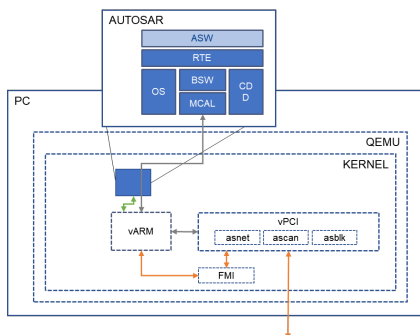
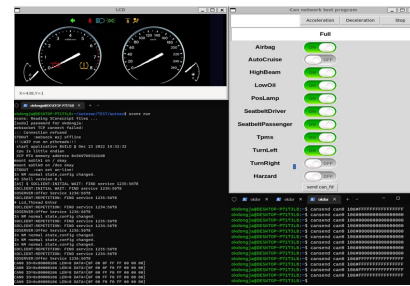
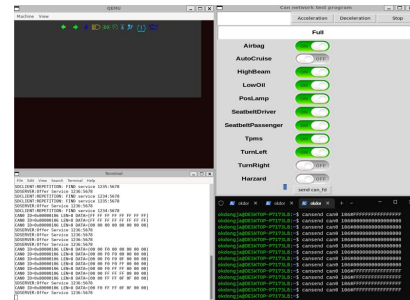


그림 3 CAT2의 구성

그림 4는 가상 ECU 실행화면이다. CAT1과 CAT2를 통해 검증을 진행할 가상화 된 하드웨어 및 임베디드 소프트웨어 일체인 가상 ECU를 구성하였고, 서로 다른 가상 ECU끼리 차량 통신 네트워크 시뮬레이터를 통해 ECU로부터 받아온 정보를 수집, 분석하고 ECU 간 특정 통신 인터페이스를 모사하여 데이터 교환이 가능하도록 하였다. 차량 통신 네트워크 시뮬레이터는 CAN, CANFD를 지원하며 향후 LIN과 Ethernet을 지원할 계획이다.



(a) CAT1의 실행화면



(b) CAT2의 실행화면

그림 4 CAT1/CAT2 가상 ECU 실행화면

### III. 결론

자율주행 시스템과 RDE가 도입되면서 전자 제어 시스템의 개발을 위해 필요한 시험평가의 복잡도 및 테스트 케이스의 양이 기하급수적으로 증가하고 있다. 이는 현재 수행하고 있는 일반적인 실차시험 및 테스트로는 개발 기한 내에 수행할 수 없는 엄청난 규모로 차량용 임베디드 시스템의 검증을 위하여 차량용 ECU의 가상화 기술들의 필요성이 증대되고 있다. 본 논문에서 제안하고 있는 기술을 활용하여 차량용 임베디드 소프트웨어의 가상화를 진행하고 가상화 환경에서 보다 다양한 시나리오에 따라 환경을 구축하고 검증을 수행할 수 있을 것으로 예측된다. 향후에는 Adaptive AUTOSAR 표준을 따르는 차량용 임베디드 소프트웨어의 구성과 QEMU를 활용하여 Cortex-M 기반의 ECU 가상화를 진행하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Institute for Information & Communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (No.1711160343, Development of virtual ECU-based vehicle-level integrated simulation technology for vehicle ECU application software development and verification automation)

### 참고 문헌

- [1] N. Navet, Y. Song, F. Simonot-Lion and C. Wilwert, "Trends in Automotive Communication Systems", Proceedings of the IEEE, Vol.93, pp.1204-1223, 2005.
- [2] Kim. T-H., "Vehicle Test and Validation in Virtual Environment", Auto Journal, pp. 66-68, 2018