

# 가상 ECU 기반의 차량용 임베디드 소프트웨어를 위한 CAN/CAN-FD 통신 구조

이인호, 한우진, 양안나  
드림에이스

{loki, wjhan, metamon}@drimaes.com

## A Structure of CAN/CAN-FD for Automotive Embedded Software based on Virtual ECU

Lee Inho, Han Woo Jin, Yang Anna  
Drimaes

### 요약

본 논문은 가상 ECU 기반 차량용 임베디드 소프트웨어를 위한 CAN 과 CAN-FD 통신 구조를 AUTOSAR 3.2 표준 API 문서를 토대로 설계하여 AUTOSAR 표준을 따르는 통신부를 구현하였으며 ECU 를 가상화 함에 있어 실제 하드웨어 장비와의 통신을 위한 가상 소켓을 모사하고, 가상 소켓 상의 데이터 교환을 위한 라이브러리와 가상 소켓을 사용하지 않는 경우 TCP/IP 통신으로 데이터 교환이 가능하게 구성하였다. 또한 QEMU 를 활용하여 가상 ECU 에 대한 통신 테스트 결과를 제시하였다.

### I. 서론

최근 차량에서의 하드웨어의 성능이 증가하고 사용자의 요구사항이 복잡해짐에 따라 차량용 임베디드 소프트웨어의 복잡도 또한 가파르게 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라 차량용 임베디드 소프트웨어 및 하드웨어를 검증하기 위한 XiL(X-in-the-Loop)를 보다 빠르게 적용하기 위한 연구가 활발히 진행중에 있다.[1] XiL 은 소프트웨어 레벨에서의 반복 테스트를 의미하는 SiL(Software-in-the-Loop), 하드웨어 레벨에서의 반복 테스트를 의미하는 HiL(Hardware-in-the-Loop), 차량 레벨에서의 반복 테스트를 의미하는 ViL(Vehicle-in-the-Loop) 등을 포함한다. 기존 차량 ECU 및 차량용 임베디드 소프트웨어의 검증 중 HiL 단계에서는 차량용 ECU 의 개발과는 별개로 개발된 차량용 임베디드 소프트웨어를 개발이 완료된 ECU 에 올려 테스트를 하는 경우가 있는데, 이런 경우 차량용 임베디드 소프트웨어의 수정이 불가피 해진다. 또한, 하드웨어, 미들웨어, 응용 소프트웨어 등 여러 계층의 컴포넌트가 밀접하게 연관된 차량용 임베디드 시스템의 특성상 결함이 발생한 경우에 해당 결함을 찾는 데 어려움이 있다. 무엇보다 차량용 소프트웨어 테스트는 기능적 테스트뿐만 아니라 안전성 및 신뢰성 테스트에도 큰 비중을 두어야 함. 일반적인 PC 용 소프트웨어와는 달리 차량용 소프트웨어에 의한 자동 차의 오작동은 사람의 생명과 직결되는 문제이기에 안전 성 및 신뢰성 테스트의 중요성이 더욱 강조된다. 기존의 차량에서는 하드웨어 및 소프트웨어의 검증 기법의 문제점을 해결하고 심도 깊은 다량의 시험을 수행하기 위해서는 앞선 개발 단계에서 빠른 사이클 타임으로 검증

시험을 수행해야 하는데, 여기서 필요한 것이 가상 ECU (Virtual Electronic Control Unit)와 시뮬레이션이다.

본 논문에서는 AUTOSAR 설계를 토대로 가상 ECU 기반 차량용 임베디드 소프트웨어를 위한 CAN/CAN-FD 통신 구조를 제안한다.

### II. 본론

AUTOSAR 표준의 통신 스택은 그림 1 과 같이 Com, PduR (Pdu Router), CanIf(Can Interface), Can 으로 구성된다. Com 은 Application Layer 에서 필요한 신호에 대해 액세스를 제공하여 통신 전송을 제어하는 역할을 한다. PduR 은 Com 으로부터 전달받은 PDU (Protocol Data Unit)를 지정된 통신 방식에 따라 라우팅한다. CanIf 는 PduR 로부터 전달받은 PDU 의 ID 를 확인하여 내부의 Channel 을 선택한다. Can 은 CanIf 로부터 전달받은 Can Frame 을 Bus 로, Bus 로부터 전달받은 Can Frame 을 CanIf 로 전달한다.

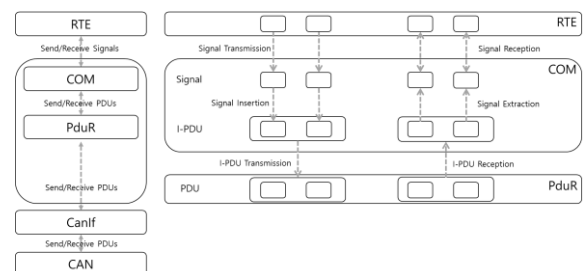


그림 1. 표준 AUTOSAR 의 통신 스택

이와 같은 AUTOSAR 통신 스택을 가상 ECU 기반 차량용 임베디드 소프트웨어에 적용하기 위해 본 논문에서는 그림 2 와 같이 AUTOSAR 3.2 표준 문서의 API를 바탕으로 CAN 과 CAN-FD 에 대한 통신부를 구현하였다. 또한 ECU 를 가상화 함에 있어서 실제 하드웨어 장비와의 통신을 위한 가상 소켓을 모사한 것이다. CAN 네트워크 소켓으로써 Vector 사의 VXL CAN 과 Peak 사의 peak, ZLG 사의 zlg 를 CAN 하드웨어 인터페이스로 지원하게 했다. CANLIB 의 경우 추가된 가상 소켓 상에서의 데이터 교환을 위한 라이브러리를 구성한 것이다.

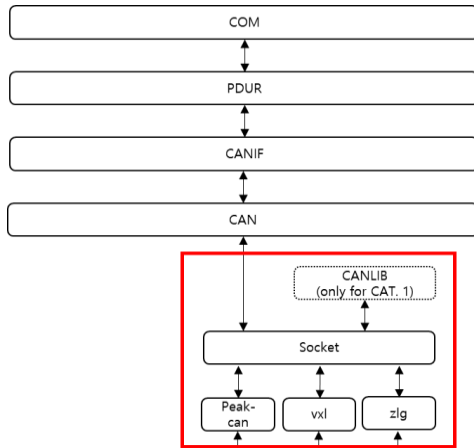


그림 2. AUTOSAR 표준을 따르는 차량용 임베디드 소프트웨어의 통신 구조

만약 가상 소켓을 사용하지 않는 경우에는 그림 3 과 같이 SoAd(Socket Adapter)를 통해 TCP/IP 통신으로 데이터 교환이 가능하도록 구성하였다.

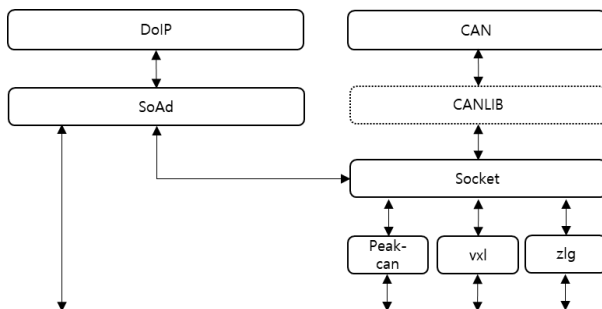
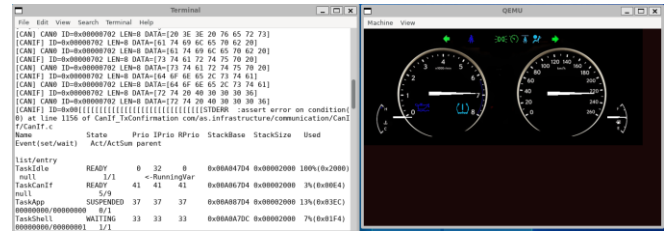


그림 3. 가상 ECU 상의 CAN/CAN-FD 통신을 위한 TCP/IP 구성

차량통신 네트워크의 구성을 테스트하기 위하여 별도의 구성틀을 활용하여 ARXML 과 소스코드를 생성한다. 생성된 ARXML 과 소스 코드는 컴파일 및 빌드에 활용된다.[2]



(a)가상 ECU 의 구동 및 통신테스트



(b) 가상 ECU 간 통신 테스트 결과  
그림 4. 가상 ECU 구동 및 CAN 통신 결과

그림 4 는 별도의 구성틀을 통해 생성된 ARXML 과 소스코드를 빌드한 후 QEMU 를 활용하여 가상 ECU 를 구동하였으며[3], 가상 ECU 의 통신 테스트 결과를 보인다.

### III. 결론

본 논문에서는 AUTOSAR 3.2 의 표준 API 를 기반으로 CAN/CAN-FD 를 구현하였고 구현의 결과를 제시하였다. 향후에는 LIN 통신 및 Ethernet 등 가상 ECU 환경에서 차량 통신 네트워크 구성을 위한 다양한 프로토콜을 지원할 수 있도록 통신부를 구현할 것이다.

### 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).

### 참 고 문 헌

- [1] Ghizlane Tibba, Christoph Malz, Christoph Stoermer, Natarajan Nagarajan, Licong Zhang, and Samarjit Chakraborty. "Testing automotive embedded systems under X-in-the-loop setups", IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD). IEEE Press, 1- 8 (2016)
- [2] Lee, J-H., Yang A., Han, W-J, "A Designing of Automotive embedded software for virtual ECU", KOREAN INSTITUTE OF COMMUNICATIONS AND INFORMATION SCIENCES(KICS) Winter Conference (2023)
- [3] Kong, J-S., Yang A., Han, W-J, "A Utilization of Automotive Embedded Software for Virtual ECU", KOREAN INSTITUTE OF COMMUNICATIONS AND INFORMATION SCIENCES(KICS) Winter Conference (2023)