

# EEPROM Abstraction Simulation Module을 이용한 차량 전장용 BSW에 대한 적합성 테스트에 대한 연구

경민기<sup>0\*</sup>, 조나연\*, 민덕기\*

건국대학교 컴퓨터공학부

{moonend, nycho, dkmin}@konkuk.ac.kr

## Study On Conformance Test For Automotive Basic SoftWare Which Uses EEPROM Abstraction Simulation Module

MinGi Kyung<sup>0\*</sup>, Na-Yun Cho\*, Dugki Min\*

\*School of Computer Science & Engineering, Konkuk University

### 요 약

차량전장용 소프트웨어에 대한 합리적인 설계 및 테스트가 중요해졌다. 차량전장용 소프트웨어의 신뢰성을 검증하기 위해 AUTOSAR Conformance Test 표준이 마련되었는데, AUTOSAR Conformance Test 표준에는 테스트 대상, 테스트 커버리지, 테스트 요구조건 & 케이스 정의 및 테스트 아키텍처 환경에 대한 정의방법을 기술하고 있다. 본 논문에서는 차량전장용 소프트웨어의 안정성을 테스트하기 위해 소프트웨어가 저장되는 EEPROM 메모리에 대한 시뮬레이션 테스트를 수행하였으며, AUTOSAR 표준에 맞게 제작된 EEPROM Abstraction 시뮬레이션 모듈을 이용하였다. 또한 EEPROM Abstraction 시뮬레이션 모듈 위에서 AUTOSAR Conformance Test 표준에 정의된 적합성 테스트를 수행하기 위한 테스트 어댑터와 타겟 어댑터의 기능을 기술하고, EEPROM Abstraction 시뮬레이션 모듈에서 리얼타임 요소를 만족하기 위해 필요한 개선 사항을 제안하고자 한다.

### 1. 서 론

차량전장용 장비가 점차 복잡해짐에 따라 차량전장용 소프트웨어에 대한 합리적인 설계가 중요해졌다. 이를 위해 모델 기반 개발 프로세스 (Model-Based Development Process) 적용을 위한 차량전장용 소프트웨어 설계를 위한 AUTOSAR (AUTomotive Open System Architecture)[1]가 만들어졌고, AUTOSAR 표준은 차량전장용 소프트웨어의 개발 초기 단계에 요구조건 설정, 소프트웨어 설계 및 실제 개발에 필요한 제약조건에 대한 내용을 담고 있다. AUTOSAR 표준을 통해 차량전장용 임베디드 장비에 설치된 차량전장용 소프트웨어를 테스트하기 위해 AUTOSAR 표준은 Conformance Test [2,3,4,5]에 관련된 표준을 만들게 되었다. 이를 통해서 차량전장용 소프트웨어가 지켜야 할 오류에 대해 정의할 수 있으며, 정의된 오류를 통해 적합성 테스트의 일관성 유지, 오류의 재현을 이룰 수 있다.

차량전장용 소프트웨어는 차량전장용 장치에 반드시

안전하게 기록되어야 한다. 만약에 차량전장용 소프트웨어에 오류가 발생할 경우, 자동차 사고나 탑승자의 인명에 영향을 미치기 때문이다. 차량전장용 소프트웨어의 저장매체 및 저장방법에 대한 검증이 반드시 필요하며, AUTOSAR Conformance Test 표준에는 차량전장용 소프트웨어가 저장되는 EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) 관련 API 및 EEPROM 소프트웨어에 대해 테스트 케이스를 이용한 테스트 규정 및 방법을 정의하고 있으며, 이에 따라 적합성 테스트에 대한 연구들이 진행되고 있다. 그러나 적합성 테스트에 필요한 요구사항을 정의하고, 적합성 테스트에 필요한 테스트 아키텍처 및 케이스 설계에 필요한 요소들에 대한 정의는 아직 미흡하다.

따라서 차량전장용 소프트웨어에 대한 테스트를 위해 이클립스 플러그인을 이용한 적합성 테스트 도구를 제작하였으며, OpenSynergy사와 KPIT사가 제작한 EEPROM Abstraction 시뮬레이션 모듈을 이용해서 적합성 테스트에 필요한 요구조건 설정, 테스트 케이스 정의, 테스트 아키텍처 설정, 테스트 케이스 구현 등의 과정을 거친 후, Java 언어를 이용해 차량전장용 소프트웨어 BSW (Basic SoftWare)에 대한 적합성 테스트를 수행했다. [6]

본 논문에서는 차량전장용 시뮬레이션 모듈을 이용한

<sup>1</sup> 교신저자 : 민덕기 (e-mail: [dkmin@konkuk.ac.kr](mailto:dkmin@konkuk.ac.kr))

\* 본 연구는 지식경제부의 IT성장동력기술개발사업의 일환으로 수행하였음  
[2008-S-007-01, 차량 전장용 통합제어 SW플랫폼 개발]

테스트인 Class A 테스트와 실제 차량전장용 임베디드 장비를 이용한 Class B 테스트에 필요한 데이터 전송&수신 및 테스트 순서를 제어하는 테스트 어댑터 및 타겟 어댑터의 기능을 기술하고, EEPROM Abstraction 시뮬레이션 모듈의 리얼타임 조건을 충족하기 위한 개선 사항 및 추가를 위한 개선 사항을 제안하고자 한다.

## 2. 적합성 테스트의 구성요소

### 2.1 적합성 테스트 프로세스

차량전장용 소프트웨어는 모델 기반 개발 프로세스를 따르고 있으며, 테스트 또한 개발 프로세스와 함께 진행된다. 차량전장용 소프트웨어에 대한 적합성 테스트는 전체 테스트의 부분으로 분석, 디자인, 구현, 검증 단계에 따라 이루어진다. 그림 1은 AUTOSAR 표준을 따르는 차량전장용 소프트웨어 BSW (Basic SoftWare)에 대한 적합성 테스트 프로세스를 나타낸다.

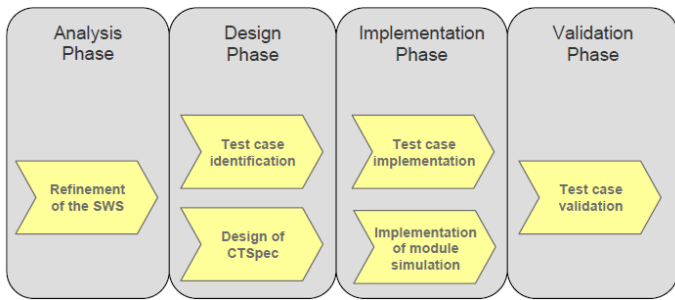


그림 1. AUTOSAR Conformance Test Process

테스트를 위해서는 테스트 개발자들이 차량전장용 임베디드 디바이스와 차량전장용 소프트웨어에 대해 잘 알고 있어야 한다. 테스트 개발자들은 차량전장용 소프트웨어의 기능 및 제약조건을 이해하고, 차량전장용 소프트웨어에서 테스트 되어야 할 요소들을 정의해야 적합성 테스트를 위한 환경을 구성할 수 있다.

적합성 테스트를 위한 분석 작업을 수행하기 위해서는 테스트 디자이너가 차량전장용 소프트웨어에 대한 정보를 입력 받아야 한다. 차량전장용 소프트웨어 BSW에 대한 적합성 테스트를 수행하기 위해 차량전장용 소프트웨어 BSW가 구현한 AUTOSAR 표준의 범위를 나타내는 ICS (Implemented Conformance Statement) 문서, 차량전장용 소프트웨어의 SWS (SoftWare Specification) 문서, Deviation sheet 문서, 파라미터 설정을 담고 있는 ECU Configuration Parameters 문서를 필요로 한다. 테스트 디자이너는 이 정보를 이용해서 적합성 테스트에 필요한 SWS를 만들어낸다.

다음 단계로 적합성 테스트를 수행하기 위한 테스트 아키텍처, 테스트 케이스 및 테스트 파라미터를 작성한다. 테스트 아키텍처는 컴포넌트 다이어그램을

이용해서 정의한다.[7] 테스트 케이스는 테스트 요구조건을 이용해서 생성되며, 각 테스트 케이스는 원자적으로 표현되어야 한다. 만약 테스트 요구조건이 원자적으로 표현되지 않을 경우, 테스트 케이스를 분할하는 작업이 필요하다.

테스트 케이스에 따라 테스트 케이스를 구현하는 작업 및 시뮬레이션 모듈을 구현하는 작업을 수행한다. 테스트 구현자는 구현 작업을 위해 분석 단계와 디자인 단계의 산출물을 이용하고, 테스트 케이스의 세부 내용을 작성하기 위해 TTCN-3 (Testing and Test Control Notation, version 3) Core Language라는 테스트용 언어를 이용한다. 또한 시뮬레이션 모듈은 차량전장용 소프트웨어 BSW에 대한 전문적인 지식을 소유한 테스트 검증 구현자 (Test Validation Implementer)에 의해서 구현되어야 한다. [8]

마지막 단계로 테스트 검증자 (Test Assessor)가 적합성 테스트를 실행한다. 그리고 적합성 테스트 케이스들의 정의, 실행 과정 및 테스트 결과를 포함하고 있는 리포트를 작성한다.

### 2.2 BSW (Basic SoftWare)

차량전장용 소프트웨어 BSW는 차량전장용 임베디드 장비인 Microcontroller위에서 동작하고 있으며, BSW 위에서 AUTOSAR RunTime Environment (RTE), AUTOSAR SW-C (SoftWare Component)가 동작하고 있다.

차량전장용 소프트웨어를 구성하는 BSW와 RTE, SW-C는 고정된 모듈 및 API를 제공하는 것이 아니라 차량전장용 소프트웨어에 따라 그 내부 구성이 달라지는 특징을 가지고 있다. BSW는 차량전장용 임베디드 장비의 제작 목적에 따라 각기 모듈 구성을 가진다. AUTOSAR RTE (RunTime Environment)는 BSW의 구성에 따라 SW-C (SoftWare Component)에 제공하는 API의 개수 및 파라미터의 세부사항이 결정된다. 그림 2는 AUTOSAR 표준을 따르는 차량전장용 소프트웨어의 계층 구조를 나타낸다.

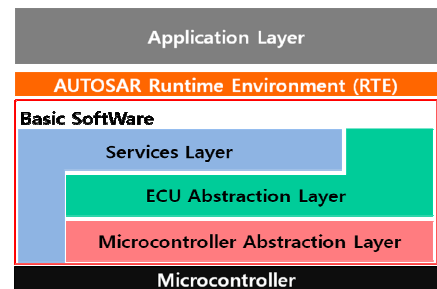


그림 2. 차량전장용 소프트웨어의 구조

그림 2와 같이, 적합성 테스트에 이용되는 차량전장용 소프트웨어 BSW는 내부가 Microcontroller Abstraction Layer, ECU Abstraction Layer, AUTOSAR

OS를 포함하고 있는 Service Layer의 세 개의 계층으로 구성된 ICC3 (Implementation Conformance Classes 3)을 따르고 있다.

### 2.3 Adapter

차량전장용 소프트웨어를 테스트할 때, 적합성 테스트의 안정적인 수행과 메소드 호출 전달 및 파라미터의 전달을 위해 테스트 PC에 SUT (System Under Test) Adapter, 타겟 시스템 하드웨어에 Target Adapter가 이용된다. 그림 3은 차량전장용 임베디드 장비 위에 존재하는 차량전장용 소프트웨어를 대상으로 적합성 테스트를 수행하는 Class B 테스트의 구조를 나타낸다.

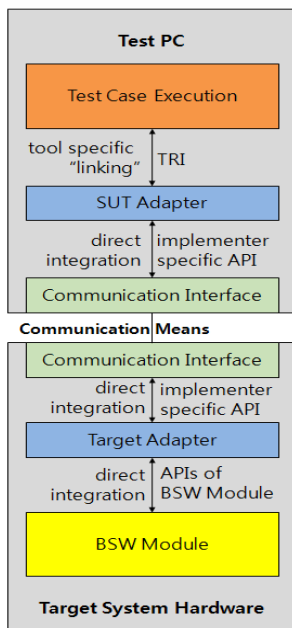


그림 3. Class B Test

SUT Adapter는 테스트 PC가 테스트를 위해 타겟 메시지를 보내고 받는 작업을 수행한다. 적합성 테스트를 위한 테스트 케이스 실행 시, 메소드 호출과 파라미터는 하나의 메시지로 전달되지 않는다. 따라서 SUT 어댑터에서는 메소드 호출과 파라미터 전달을 관리한다. 그림 4에서 테스트 PC에서 동작하는 SUT Adapter의 구조를 보여주고 있다.

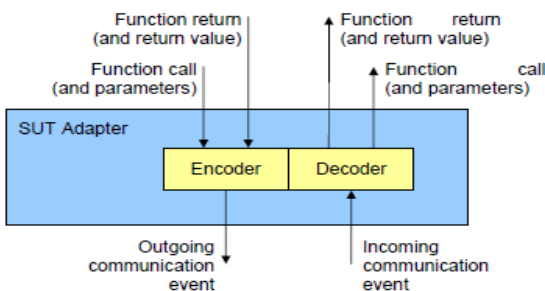


그림 4. SUT Adapter의 구조

Target Adapter는 테스트 케이스의 종류에 따라 메소드 호출 및 파라미터 전달을 담당한다. 또한 테스트 케이스가 한 번 실행될 때와 여러 번 실행될 때, 타겟 시스템 하드웨어에 대한 초기화 작업을 실시한다. 그림 5가 Target Adapter의 역할을 나타내고 있다. 메소드 호출은 API function call/return을 통해서, 파라미터는 Callback call/return을 통해서 전달된다. 또한 적합성 테스트를 위한 테스트 케이스들의 실행 횟수에 따라서 Target Adapter Function은 타겟 시스템에 대한 소프트웨어적/하드웨어적인 초기화를 수행한다. 하지만 AUTOSAR Conformance Test 표준에는 Target Adapter의 역할 및 기능이 명확하게 정의되지 않았고, 단지 그림 5에서 Target System Hardware에서 동작하는 Target Adapter의 구조에 대해 나타내고 있다.

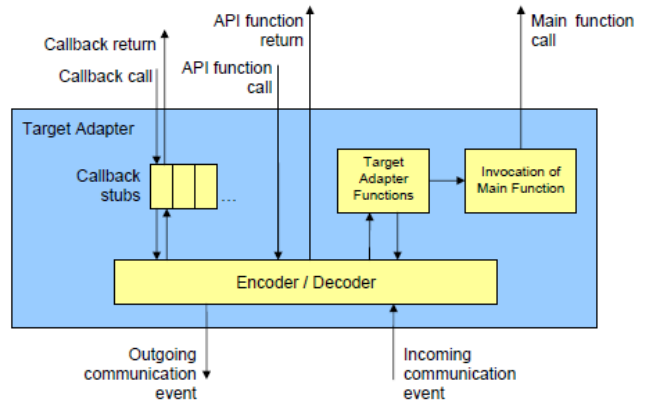


그림 5. Target Adapter의 구조

## 3. EEPROM Abstraction Module에 대한 적합성 테스트

### 3.1 EEPROM Abstraction Simulation Module

차량전장용 소프트웨어는 EEPROM에 기록된다. 차량전장용 소프트웨어의 안정성은 차량전장용 소프트웨어가 저장되는 저장매체 및 저장방법에 따라 결정되기 때문에 EEPROM Abstraction에 대한 적합성 테스트가 필요하다. EEPROM Abstraction Module에 대한 적합성 테스트를 수행하기 위해 AUTOSAR 표준에 정의된 차량전장용 EEPROM Abstraction 소프트웨어 BSW에 대한 정보가 필요하다.

EEPROM Abstraction Simulation Module은 메모리에 대한 콜백을 관리하는 MemoryCallbackHandler, 메모리에 대한 접근 방법을 관리하는 Memory Abstraction Interface, EEPROM Abstraction의 동작 스레드를 관리하는 BswmsRT, EEPROM Abstraction, 실제 데이터 저장을 담당하는 EEPROM로 구성되어 있다.

본 논문에서는 차량전장용 EEPROM Abstraction 시뮬레이션 모듈에 대한 적합성 테스트를 수행하기 위해 OpenSynergy사와 KPIT사가 Java 언어를 기반으로 제작한 EEPROM Abstraction Module을 이용하였으며, 그림 6은 EEPROM Abstraction

Module의 컴포넌트 구조를 나타내고 있다. 테스트 케이스는 EEPROM Simulation Module의 각 모듈에 접근해서 적합성 테스트 케이스에서 지정한 작업들을 수행한다.

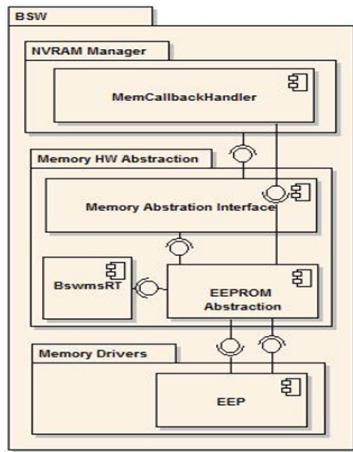


그림 6. EEPROM Abstraction Simulation Module

본 논문에서는 이클립스 플러그인을 이용해서 제작한 적합성 테스트 도구와 차량전장용 시뮬레이션 소프트웨어를 이용해서 적합성 테스트를 위한 테스트 환경 구축을 하였고, 차량전장용 EEPROM Abstraction 소프트웨어의 Read 작업에 대한 테스트 케이스를 작성, 실행하였다. 테스트를 수행한 그림 7에서 차량전장용 소프트웨어 시뮬레이션 모듈을 이용해서 수행된 적합성 테스트 수행 리포트를 보여주게 된다.

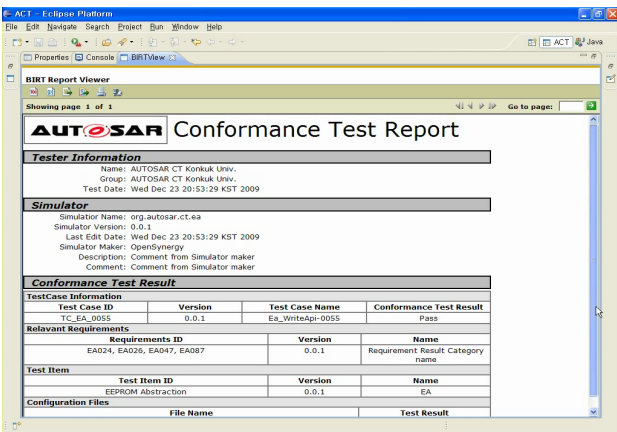


그림 7. 적합성 테스트 수행 리포트

3.2 시뮬레이션 모듈의 리얼타임 구현

AUTOSAR Conformance Test 표준의 Execution Constraints 문서에 따르면, 차량전장용 소프트웨어에 대한 적합성 테스트 수행 시, 리얼타임 요소는 고려되어있지 않으며, 본 논문에서 이용된 시뮬레이션 모듈에는 시뮬레이션 모듈의 태스크 호출 순서에 기반을 한 쓰레드 관리를 수행한다. 이러한 쓰레드

관리는 테스트 PC보다 열악한 CPU 및 메모리 조건을 가지고 있는 실제 차량전장용 임베디드 장비에 대한 시뮬레이션 작업이 불가능하다는 문제가 있다.

본 논문에서는 시뮬레이션 모듈에서 동작 중인 쓰레드에 가중치를 부여하고, 쓰레드에 이미 결정된 실행 순서를 부여함으로써 차량전장용 소프트웨어에 대한 실시간성을 묘사하는 작업을 수행하고자 한다.

4. 결론

본 논문에서는 차량전장용 소프트웨어에 대한 테스트를 위해 이클립스 플러그인을 이용한 적합성 테스트 도구를 제작, OpenSynergy사와 KPIT사가 제작한 EEPROM Abstraction 시뮬레이션 모듈을 이용해서 적합성 테스트를 수행했다.

차량전장용 EEPROM Abstraction 소프트웨어는 차량에서 쓰이는 프로그램들을 저장하고 있는 곳이기 때문에 엄격한 적합성 테스트가 필요하다. 차량전장용 EEPROM Abstraction 시뮬레이션 소프트웨어를 이용해서 Read 작업에 대한 테스트를 수행하였고, 시뮬레이션 모듈의 실시간성을 보장하기 위한 방법을 제안하였다.

향후 차량전장용 시뮬레이션 소프트웨어 및 적합성 테스트 도구의 보완을 통해 적합성 테스트에 대한 구현을 이루고자 한다.

5. 참고문헌

- [1] AUTOSAR group, <http://www.autosar.org>
- [2] AUTOSAR BSW & RTE Conformance Test Specification Part1: Background
- [3] AUTOSAR BSW & RTE Conformance Test Specification Part2: Process Overview
- [4] AUTOSAR BSW & RTE Conformance Test Specification Part3: Creation & Validation
- [5] AUTOSAR BSW & RTE Conformance Test Specification Part4: Execution Constraints
- [6] 경민기, 민덕기, AUTOSAR 적합성 테스트 도구를 이용한 차량전장용 소프트웨어 검증 방안, 한국정보과학회 학술발표논문집, 제36권, 제2호(B), 2009
- [7] 조나연, 경민기, 민덕기, TTCN-3 GFT와 UML 매핑에 관한 비교 및 분석, 한국정보과학회 학술발표논문집, 제36권, 제2호(B), 2009
- [8] Methods for Testing and Specification(MTS): The Testing and Test Control Notation version3; Part 1: TTCN-3 Core Language