

Eclipse GMF를 이용한 AUTOSAR 적합성 테스트 아키텍처

설계 도구 개발

조나연^{0*}, 경민기*, 민덕기*¹⁾

건국대학교 컴퓨터공학부

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

Development of AUTOSAR Conformance Test Architecture Modeling

Tool using Eclipse GMF

Na-Yun Cho^{0*}, Min-Gi Kyung*, Dugki Min*¹⁾

*School of Computer Science & Engineering, Konkuk University

요 약

최근 개발하는 소프트웨어의 복잡도 증가로 소프트웨어 및 전체 시스템에 대한 테스트 기술의 중요성이 커지고 있는 추세에 맞춰 임베디드 소프트웨어에 대한 테스트 기술의 활발한 연구가 진행되고 있다. 임베디드 소프트웨어 테스트는 개발하는 소프트웨어의 결함 발견을 통해 그 기능과 품질에서 더욱 완전한 소프트웨어 개발을 할 수 있다는 장점을 가지고 현재 차량전장용 표준 플랫폼인 AUTOSAR(AUTomotive Open System ARchitecture) 소프트웨어의 표준 준수여부를 테스트하는 AUTOSAR 적합성 테스트에 적용되고 있다. 본 논문에서는 AUTOSAR 적합성 테스트 프로세스 중 디자인 단계의 테스트 아키텍처를 Eclipse GMF에 기반을 둔 설계 도구 개발을 소개한다. 본 논문의 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구를 통해 설계된 테스트 시스템 결과물의 재사용성을 제공할 것이라 예상된다.

1. 서 론

최근 개발되는 시스템의 복잡도의 증가와 함께 임베디드 소프트웨어 테스트 기술역시 그 중요성이 커지고 있다[1]. 임베디드 소프트웨어 테스트는 일반적인 소프트웨어 테스트와 마찬가지로 소프트웨어에 있는 결함 발견을 위한 목적을 가지고 있다[2]. 임베디드 소프트웨어 테스트는 테스트를 할 테스트 객체와 테스트 시 테스트 객체로부터 얻어질 값의 정보인 테스트 베이스, 테스트 전략 등의 테스트 프로세스의 요소를 지니고 있다[2]. 임베디드 소프트웨어 테스트는 테스트 객체 컴포넌트를 테스트 하기 위한 테스트 케이스를 가지고 소프트웨어 테스트를 하며, 이러한 테스트 케이스는 크게 기능적 테스트인 블랙박스 테스트(black-box testing)과 구조적 테스트인 화이트박스 테스트(white-box testing)으로 구분되어 생성할 수 있다[3]. 임베디드 소프트웨어 테스트는 임베디드 소프트웨어를 테스트 객체인 SUT(System Under Test)로 지정하고 이와 테스터간의 상호작용을 통해 테스트를 하게 되며 테스트 하려는 임베디드 소프트웨어의 컴포넌트 환경 명세를 하기 위하여 테스트 아키텍처를 구성하게 되고[1] 이후 테스트 아키텍처의 각 컴포넌트 간의 상호작용을 표현하는 테스트 케이스를 만들게 된다.

이러한 임베디드 소프트웨어 테스트 방법은 차량전장

용 표준 플랫폼 AUTOSAR의 소프트웨어가 표준을 준수하고 있는지 검증하는 적합성 테스트(Conformance Test)에 이용되고 있다[4]. AUTOSAR 적합성 테스트에서는 Test Architecture를 UML 컴포넌트 다이어그램을 통해 설계 하고 내부 상호작용인 테스트 케이스를 TTCN-3(Test and Testing Control Notation version 3)언어를 통해 기술함으로써 테스트를 한다. 본 논문에서는 AUTOSAR 적합성 테스트 프로세스 중 NVRAM(Non-volatile random access memory) Manager를 테스트 하는 도메인에 적합한 테스트 아키텍처 설계 도구를 소개한다.

본 논문의 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 Modeling 도구 개발은 MDA(Model Driven Architecture) 기반의 소프트웨어의 개발 방법의 일환인 Eclipse 플랫폼 기반의 다이어그램 편집기를 이용한다. Eclipse 플랫폼 기반의 다이어그램 편집기는 GEF(Graphical Editing Framework)와 GMF(Graphical Modeling Framework)로 나뉜다[5]. GMF는 Eclipse의 EMF(Eclipse Modeling Framework)와 GEF[6]의 결합을 통해 보다 손쉽게 그래픽 편집기 개발을 돕는다[7].

AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구는 컴포넌트 기반으로 테스트 시스템을 설계 할 수 있도록 구성 되어 있다. AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구는 컴포넌트 기반의 메타모델을 통해 구현 환경에 독립적이고 높은 이식성을

1) 교신저자 : 민덕기 (e-mail: dkmin@konkuk.ac.kr)

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2010-C1090-1031-0003).

제공하며, 구현된 테스트 시스템의 결과의 재사용성을 제공할 것이라 예상된다. 본 논문은 2장에서 관련연구를 살펴보고, 3장에서 GMF를 이용하여 개발하는 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구 개발의 과정 중 모델링 요소와 메타모델 설계, 도구적 정의 모델, 그래픽 정의 모델, 매핑 모델, GMFGen 모델생성을 다룬다. 4장에서는 결과화면과 5장의 결론 및 향후 과제에 대하여 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 AUTOSAR 적합성 테스트

AUTOSAR 적합성 테스트는 차량전장용 소프트웨어의 표준준수여부를 테스트 하는 방법으로 블랙박스 테스트를 사용하고 있다[8]. AUTOSAR 적합성 테스트 프로세스는 표준 소프트웨어인 SWS(SoftWare Specification)의 요구사항을 분석하는 분석 단계, 테스트 아키텍처와 테스트 케이스를 디자인하는 단계, 테스트 케이스와 시뮬레이션 모듈을 구현하는 단계, 테스트 케이스를 검증하는 단계로 나뉘며 각 단계마다 수행하는 개발자가 나뉜다[9].

그림 1은 AUTOSAR 적합성 테스트 프로세스를 담고 있다.

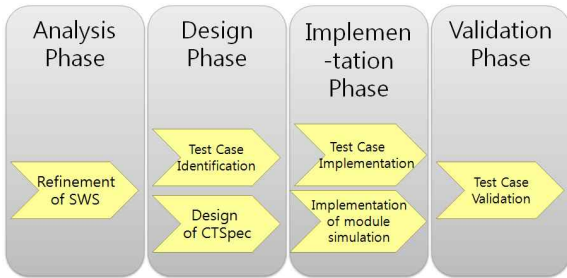


그림 1 AUTOSAR 적합성 테스트 프로세스[8]

이 중 본 논문에서는 디자인 단계에서의 테스트 아키텍처 설계를 돕는 도구를 소개한다. AUTOSAR 적합성 테스트의 디자인 단계에서는 테스트 케이스 디자인을 위해 테스트 아키텍처 관점, 테스트 케이스 클라이언트 관점, 테스트 파라미터 관점이 있으며, 이들 모두 UML 컴포넌트 다이어그램을 기반으로 설계한다[8]. 테스트 아키텍처 관점은 테스트 케이스 생성을 위한 환경 정의로 테스트 객체의 컴포넌트, 통신 포트, 내부적으로 SUT와의 통신을 위한 함수를 정의한다[8]. 테스트 케이스 클라이언트 관점은 통신을 위한 포트에서 구현된 인터페이스의 세부 정보를 설계한다. 테스트 파라미터 관점에서는 AUTOSAR Configuration과 적합성 테스트 표준에 연관된 특정 테스트 파라미터를 정의한다[8].

본 논문에서 테스트하려는 도메인인 NVRAM Manager 테스트 아키텍처는 테스트 객체인 NVRAM과의 통신 중 에러를 알려주기 위한 DET(Development Error Tracer), DEM(Diagnostic Event Manager)스텝, 통신 시 데이터 내의 에러를 확인하기 위한 CRC(Cyclic Redundancy Check) 스텝이 존재하며 통신을 위한 포트

사이의 인터페이스 정의를 하고 있다.

그림 2는 AUTOSAR 적합성 테스트 표준 문서에서 제시하고 있는 NVRAM Manager에 관한 테스트 아키텍처이다[8].

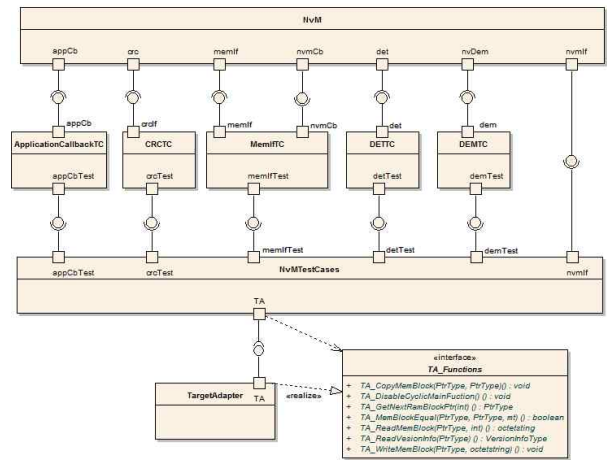


그림 2 AUTOSAR 적합성 테스트 중 NVRAM Manager 테스트 아키텍처

2.2 Eclipse GMF

Eclipse GMF(Graphical Modeling Framework)는 Eclipse Modeling Project중 하나이다. Eclipse GMF는 Eclipse에서 모델에 대한 메타모델 정의를 통해 메소드 생성 및 관리를 했던 EMF(Eclipse Modeling Framework)와 함께 Eclipse의 어플리케이션 중 그래픽으로 디스플레이 및 편집하고자 하는 모델 구현 시 사용하는 GEF(Graphical Editing Framework)의 기능을 사용해 그래픽 모델 에디터 개발을 가능하게 하는 Eclipse 플러그인이다.

GMF를 이용한 그래픽 모델 에디터 개발은 초기 도메인 모델을 위한 메타모델을 설계하고 메타 모델에 기반을 둔 도메인 생성 모델, 모델링 요소를 그래픽 적 표현을 하는 그래픽 정의 모델, 팔레트 요소를 나타내는 도구적 정의 모델을 설정한다. 그리고 도메인 모델, 도메인 생성 모델, 그래픽 정의 모델, 도구적 정의 모델을 결합시켜 매핑 모델을 만들고, 매핑 모델을 통해 설계 도구를 독립적인 플러그인 형태로 생성하는 다이어그램 에디터 생성 모델을 생성하는 것으로 개발의 과정을 마무리하게 된다.

그림 3은 Eclipse GMF를 통해 도메인 모델을 생성하여 그래픽적인 편집 도구를 생성하기 위한 과정을 담고 있다[3].

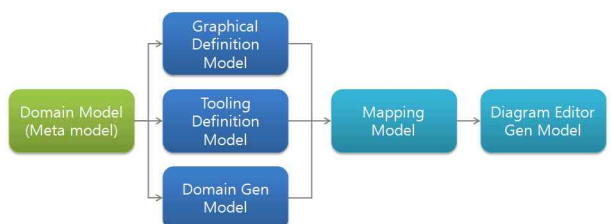


그림 3 Eclipse GMF를 통한 도구 개발 과정[3]

3. AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구 개발

3.1 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구의 모델링 요소

테스트 아키텍처 설계 도구는 컴포넌트 기반의 테스트를 하는 테스터와 테스트를 하려는 테스트 객체간의 상호 통신을 표현해야 한다. 본 논문에서 소개하는 테스트 아키텍처 설계 도구는 UML 컴포넌트 다이어그램의 요소를 지닌 도구이다.

테스터와 테스트 객체는 각각 컴포넌트로 구성되며, 이들 사이에 연관관계를 표현 할 수 있어야 한다. 이 연관관계에는 두 컴포넌트가 공유하는 인터페이스를 정의 할 수 있어야 한다. 이때 인터페이스를 제공하고 요구하는 관계를 정의 할 수 있어야 한다. 테스터와 테스트 객체 컴포넌트는 하위로 포트를 가지고 있어, 테스트 하려는 테스트 객체와 테스터간의 통신을 가능하게 해야 하며 복수개의 포트를 설정할 수 있어야 한다. 테스터와 테스트 객체간의 포트는 서로 연관관계를 맺을 수 있어야 한다.

이와 같은 요소들과 그 Notation을 정리하자면 표 1과 같이 정의 될 수 있다.

표 1 테스트 아키텍처 설계 도구의 모델링 요소

모델 요소	설명	Notation
Test Architecture	테스터와 테스트객체 컴포넌트	
Ports	컴포넌트의 하위 포트	
Interface	인터페이스	
Association	컴포넌트끼리의 연관관계	
	포트 연관관계	
	인터페이스 제공 및 요구 관계 생성	

3.2 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처의 메타모델 설계

Eclipse GMF를 이용한 테스트 아키텍처 설계 도구 개발의 첫 번째 단계로 EMF를 이용하여 테스트 아키텍처를 모델링하기 위한 도메인 메타모델을 설계한다. 그림 4는 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구의 메타 모델이다.

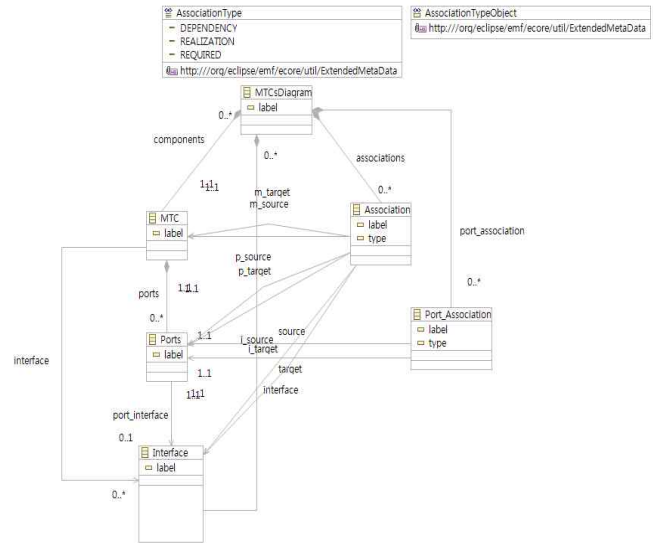


그림 4 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구의 메타모델

테스트 아키텍처 설계 도구의 최상위 루트 노드인 MTCDiagram 클래스는 테스트 컴포넌트를 그릴 수 있는 MTC 클래스와 모든 객체간의 연관관계를 정의하는 Association클래스와 포트끼리의 연관관계를 표현하는 Port_Association클래스를 포함하고 있다. 테스트 컴포넌트를 정의하는 MTC 클래스는 내부적으로 포트를 그릴 수 있는 Ports클래스를 포함하고 있으며 각 테스트 컴포넌트들과 포트끼리의 연결 시, 정의될 수 있는 인터페이스를 표현하는 Interface 클래스와 연관관계를 맺고 있다. Association 클래스는 MTC간, 포트간의 연관관계를 표현하기 위해 각각 Source, Target을 지니고 있다.

3.3 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구의 도구적 정의의 모델 생성

테스트 아키텍처의 메타모델을 설계 하였다면 그 다음 단계로 테스트 아키텍처 설계 도구의 왼쪽 상단의 팔레트에 들어갈 요소들을 정의해야 한다. 본 논문에서 소개하는 테스트 아키텍처 설계 도구의 팔레트에는 표 1에서 소개 된 모델 요소를 기반으로 쉽게 식별 가능하도록 구성하였다.

3.4 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구의 그래픽 정의의 모델 생성

그래픽 정의의 모델은 메타모델을 표현할 때 어떠한 모양으로 표현 할지 설정해 주는 단계로, 주로 표현하려는 Notation 중 Label의 이름이나, 각 객체를 표현하려는 모양을 설정한다. AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구는 UML 컴포넌트 다이어그램과 표 1에서 소개 된 모델링 요소를 기반으로 그래픽 모델을 정의하였다.

3.5 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처

설계 도구의 매핑 모델 생성

Eclipse GMF를 이용한 개발에서는 메타모델과 도구적 정의의 모델, 도구의 그래픽 정의 모델을 생성한 후, 이 3가지 요소를 합쳐 매핑 모델을 생성 하게 된다. 메타모델을 통해 정의된 도메인 모델을 그래픽 정의 모델과 연결하고 이를 개발자가 사용할 수 있는 도구적 정의 모델로 표현하는 과정을 거친다. AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구는 UML 컴포넌트 다이어그램과 표 1에서 소개된 모델링 요소를 기반으로 테스트와 테스트 객체에 해당 하는 컴포넌트 요소의 Child Reference로 포트를 두고, Link Mapping을 통해 컴포넌트와 컴포넌트, 포트와 포트, 포트와 인터페이스간의 연관관계를 정의하였다.

3.6 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구의 GMFGen모델 생성

매핑 모델을 생성 한 뒤 메타모델 정보와 함께 최종 코드를 생성하기 위한 GMFGen 모델을 생성한다. GMFGen 모델은 자동으로 코드를 생성하기 위한 정보가 있으며 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구 생성 시 필요한 클래스 이름, 속성 값에 대한 정의를 하였다.

4. 결과 화면

GMFGen 모델을 통해 생성된 코드를 바탕으로 동작이 가능한 다이어그램 코드를 자동 생성하게 되면 Eclipse에서 실행이 가능한 형태의 도구가 생성 된다. 생성된 도구는 Eclipse 플러그인 형태로 실행이 가능하며 GMFGen 모델 생성 시 옵션을 주면 독립된 어플리케이션 형태로도 개발이 가능하다.

그림 5는 개발 과정을 거쳐 생성된 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구의 실행 화면이다.

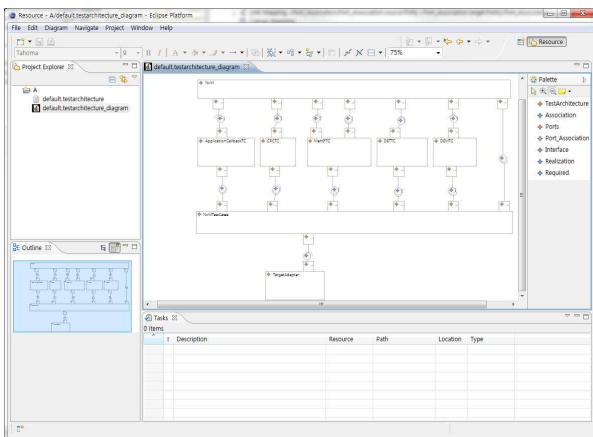


그림 5 테스트 아키텍처 설계 도구의 실행 화면

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 시스템의 복잡도에 따라 테스트 기술의 중요성이 커지고 있는 현재 차량전장용 표준 플랫폼인 AUTOSAR 소프트웨어가 표준준수 여부를 테스트에 사

용되는 테스트 아키텍처 설계 도구에 대해 살펴보았다. AUTOSAR 적합성 테스트 프로세스 중 디자인 단계에서의 테스트 케이스 생성을 위한 테스트 아키텍처 설계는 UML 컴포넌트 다이어그램에 기반 하고 있다.

본 논문의 AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 방법론은 MDA 기반의 소프트웨어 개발로써 환경에 독립적이고 높은 이식성을 제공하여 구현된 결과물의 재사용성을 제공해 주고 있다. 본 논문에의 테스트 아키텍처 설계 도구를 통해 설계한 테스트 시스템은 그 자체로 재사용성을 지니고 있으며, Eclipse 기반의 개발 환경으로 인해 독립적인 테스트 시스템을 개발 할 수 있다는 장점을 지니고 있다.

AUTOSAR 적합성 테스트를 위한 테스트 아키텍처 설계 도구는 향후 테스트와 테스트 객체간의 상호 작용의 논리적인 모델을 표현 할 수 있는 도메인 모델의 연구와 함께 설계된 시스템을 코드로 변환해 주는 코드 생성에 대한 연구도 필요할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] Luiz Paula Lima Jr. and Ana R. Cavalli, "A Pragmatic Approach to Generating Test Sequences for Embedded Systems", IWTCS, 1997
- [2] Bart Broekman, Edwin Notenboom, "Testing Embedded Software", Addison-Wesley
- [3] 지은경, 전승재, 차성덕, "함수 블록 다이어그램으로 명세된 PLC 프로그램에 대한 구조적 테스트 기법", 정보과학회논문지, 2008, 03
- [4] 경민기, 민덕기, "AUTOSAR 적합성 테스트 도구를 이용한 차량전장용 소프트웨어 검증 방안", 정보과학회, 2009, 11
- [5] Eclipse.org Home, <http://www.eclipse.org>
- Roger S. Pressman "Software Engineering A Practitiners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill
- [6] Eclipse GEF, <http://www.eclipse.org/gef>
- [7] Eclipse GMF, <http://www.eclipse.org/modeling/gmf/>
- [8] AUTOSAR group, "AUTOSAR BSW & RTE Conformance Test Specification Part 3: Creation & Validation V1.1.0 R4.0 Rev 1"
- [9] AUTOSAR group, "AUTOSAR BSW & RTE Conformance Test Specification Part 2: Process Overview V1.1.0 R4.0 Rev 1"