

이클립스 GMF 를 이용한 AUTOSAR 기반의 차량용 응용 소프트웨어 모델링 도구 구현¹

박인수*, 조성래**, 정우영**, 이우진*
*경북대학교 전자전기컴퓨터학부
**대구경북과학기술연구원 미래산업융합기술연구부
e-mail : ispark82@gmail.com

AUTOSAR-based Application Modeling Tools for Automotive Systems Using Eclipse GMF

Insu Park*, Sungrae Cho**, Wooyoung Jung**, Woo Jin Lee*
*School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University
**Division of Advanced Industrial Science & Technology, DGIST

요 약

소프트웨어의 구조가 복잡해짐에 따라 소프트웨어를 모델링하고 개발하는 과정을 지원하는 CASE 도구의 중요성이 급격하게 증가하고 있다. 자동차 분야 또한 기능이 복잡해짐에 따라 내부의 전자 장비를 제어하는 소프트웨어의 복잡성이 크게 증가하였고 이로 인해 객체지향적인 소프트웨어 모델링 도구의 필요성이 대두되었다. AUTOSAR 는 자동차 소프트웨어 구조에 대한 표준을 정의하고 있다. 현재 유럽에서는 dSPACE, Vector 등의 업체에서 AUTOSAR 표준에 기반한 차량용 소프트웨어 모델링 도구의 프로토타입을 개발한 상태이다. 하지만 국내에서는 이러한 도구에 대한 연구가 아직 초기단계이다. 본 논문에서는 다이어그램 편집기 개발 프레임워크를 제공하는 이클립스 GMF 를 이용하여 AUTOSAR 표준 기반의 차량용 소프트웨어 모델링 도구를 개발한다.

1. 서론

최근 자동차 산업에서는 하드웨어 부품에 대한 연구뿐만 아니라 제어 등에 활용되는 임베디드 소프트웨어에 대한 연구가 점차 확대되고 있다. 자동차 내부에 들어가는 전자 장비의 수가 급증하고 구조가 복잡해지면서[1] 이를 제어하기 위한 소프트웨어의 복잡도 또한 증가하는 추세이다. 하지만 기존 자동차 소프트웨어 모듈에 대한 개발은 제작사별로 독자적으로 개발이 이루어지고 있었기 때문에 소프트웨어의 재사용성, 생산성 저하 등의 문제점이 발생하게 되었다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 유럽계 자동차 산업체들을 중심으로 2003 년 6 월 자동차의 소프트웨어 구조에 대한 공개 표준을 확립하는 것을 목표로 한 AUTOSAR(AUTomotive Open Software Architecture) 협력체가 탄생하였다[2]. AUTOSAR 는 2004 년부터 표준화 작업을 시작하였고 2007 년 말 Release 3.0 작성을 완료하였다.

(그림 1)은 AUTOSAR 표준의 기본 개념을 보여준다. 먼저 VFB(Virtual Functional Bus)관점에서 응용 소프트웨어의 컴포넌트들을 정의하고 컴포넌트의 인터페이스 등을 SW-C Description 에 기술하여 이들 소프트웨어 컴포넌트간의 상호 연관성을 나타낸다. 이후,

ECU Description 과 System Constraint Description 을 참조하고 소프트웨어 개발도구를 활용하여 컴포넌트를 구현한다. 그 다음 단계는 구현된 컴포넌트들을 ECU 에 배치하는 단계로 각 ECU 의 RTE 상황과 네트워크 토폴로지를 고려하여 컴포넌트들을 맞춤화 과정을 거친 다음 ECU 로 매핑하여 배치한다.

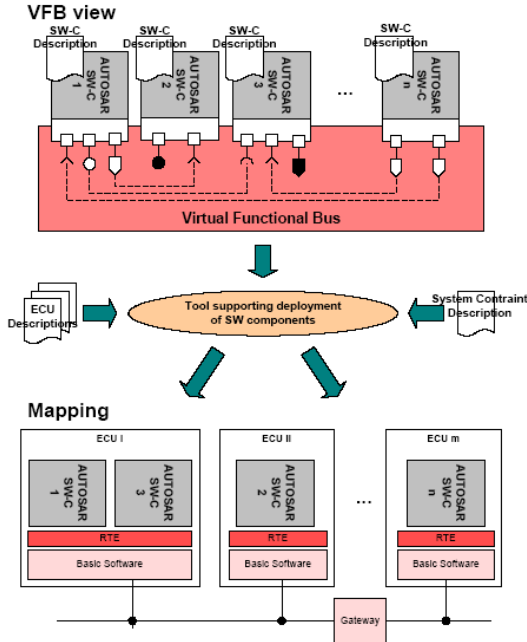
AUTOSAR 표준에서는 기존의 UML[3]을 확장하여 새로운 형태의 차량용 소프트웨어 컴포넌트에 대한 모델링 방법을 정의하고 있다. 또한 ECU 와 네트워크 토폴로지가 연결되는 형태를 표현하는 다이어그램을 정의하고 있다. 기존의 UML 을 기반으로 하는 모델링 도구로는 이러한 AUTOSAR 표준의 내용을 표현할 수가 없다.

본 논문에서는 이클립스 GMF 를 이용해 AUTOSAR 표준에 기반하는 모델링 도구를 구현한다. AUTOSAR 표준의 기본 개념 중에서 응용 소프트웨어 컴포넌트를 모델링하는 단계와 모델링한 컴포넌트를 각 ECU 의 RTE 상황과 네트워크 토폴로지를 고려하여 ECU 로 매핑하는 단계에 대한 모델링 도구를 개발한 내용을 제시한다. 각 모델링 도구는 이클립스 프레임워크 상에서 동작한다.

이후 논문의 구성은 제 2 절에서 GMF 를 이용한 다이어그램 편집기 구현 방법에 대해 제시하고 제 3

¹ 본 연구는 교육과학기술부에서 지원하는 기관고유사업비로 수행하였습니다.

절에서 GMF 를 이용해 소프트웨어 컴포넌트 모델링 도구와 네트워크 토폴로지 모델링 도구를 개발하는 과정에 대해 설명한다. 제 4 절에서 구현 결과로 생성된 소프트웨어 컴포넌트 모델링 도구와 네트워크 토폴로지 모델링 도구에 대한 내용을 기술한다. 제 5 절에서 결론을 맺고 향후 추가로 필요한 연구에 대한 방향을 기술한다.



(그림 1) AUTOSAR 표준 기본 개념

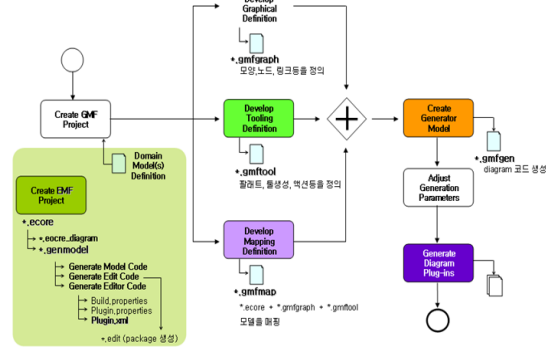
2. 이클립스 GMF 를 이용한 모델링 도구 개발 방법

이클립스(Eclipse)[4]는 자바 기반의 확장 가능한 개발 플랫폼이며, 오픈소스이다. 그 자체로는 프레임워크이며 플러그인 컴포넌트에서 개발 환경을 구현하는 서비스 세트이다. 이클립스에서는 다양한 플러그인들을 지원하고 있으며, 사용자가 원하는 플러그인들을 조합하여 사용할 수 있다.

이클립스의 GMF(Graphical Modeling Framework)[5]는 EMF(Eclipse Modeling Framework)[5]와 GEF(Graphical Editing Framework)[7]를 기반으로 한다. EMF 는 모델 정보를 표현하기 위한 프레임워크이고 GEF 는 다이어그램 편집기 제작을 위한 프레임워크이다. (그림 2)는 GMF 를 이용한 다이어그램 편집기 개발 방법의 진행 과정을 보여준다

GMF 를 이용하여 모델링 도구를 구현하기 위해서는 먼저 EMF 를 이용하여 구현하고자 하는 도메인의 메타모델을 정의해야 한다. EMF 에서 는 도메인 메타모델을 정의하는 방법으로 XMI, XML Schema, Ecore 편집기를 이용하는 방법을 제공하고 있다. 도메인 메타

모델을 정의한 후 EMF 모델(genmodel 파일)을 생성한다. genmodel 파일에서 Generate Model Code, Generate Edit Code, Generate Editor Code 메뉴를 이용해 EMF 모델 플러그인을 자동 생성한다. 이 중 Model Code 와 Edit Code 는 GMF 에서 도메인 모델에 접근할 때 사용하는 필수적인 플러그인이다. Editor Code 는 GMF 에 필수적인 요소는 아니지만 생성하게 되면 트리 형태의 모델 편집기를 생성할 수 있다.



(그림 2) GMF 플러그인 개발 과정

EMF 모델 플러그인이 생성되면 도메인 메타모델과 EMF 모델을 이용해 GMF 정의 작업을 한다. GMF 정의 과정은 Graphical Definition, Tooling Definition, Mapping Definition 의 세 단계로 나누어진다.

Graphical Definition 은 다이어그램 편집기에 그려질 노드와 링크에 대한 정의이다. 여기서 정의된 노드와 링크는 Mapping 단계에서 도메인 모델과 매핑된다. 노드와 링크의 모양에 대해서는 별도로 Figure Gallery 에서 정의된다.

Tooling Definition 은 다이어그램 편집기에 노드와 링크를 그리기 위한 팔레트를 정의하는 부분이다. 사용자는 버튼, 메뉴, 툴바 등의 도구로 구성되는 팔레트를 이용하여 다이어그램 편집기에 노드와 링크를 추가할 수 있다.

Mapping Definition 은 도메인 모델, Graphical Definition, Tooling Definition 간의 관계를 설정한다. Graphical Definition 에서 정의된 노드와 링크, 그리고 Tooling Definition 에서 정의된 도구, 도메인 모델의 실제 Element 를 실제로 다이어그램 편집기에서 표현될 노드와 링크를 기준으로 매핑한다.

앞의 세 단계가 완료되면 Mapping Definition (gmfmap 파일)에서 Create generator model 메뉴를 이용하여 GMF 코드 생성 모델(gmfgen 파일)을 생성한다. gmfgen 파일에는 앞서 정의한 도메인 모델부터 EMF 모델, GMF 의 세가지 정의 등 모든 내용이 포함된다. 또한 생성될 플러그인에 대한 정보가 포함되어 있다. gmfgen 파일에서 Generate diagram code 메뉴를 이용하면 다이어그램 편집기의 코드를 생성할 수 있다. 이 코드는 하나의 이클립스 플러그인으로 구성된다.

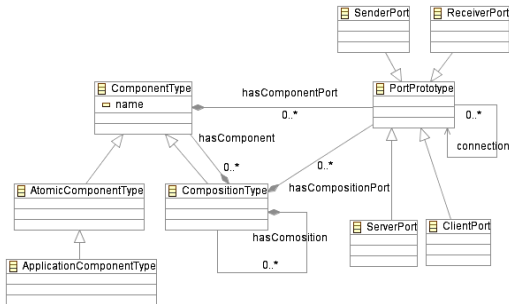
3. AUTOSAR 기반 모델링 도구 개발 과정

AUTOSAR 표준에서 정의한 소프트웨어 컴포넌트와 네트워크 토폴로지에 대한 내용은 AUTOSAR 3.01 Sepcification 에 기술되어 있다[8][9]. 본 논문에서는 EMF 에서 제공하는 Ecore 편집기를 이용하여 도구의 메타모델을 정의하였다.

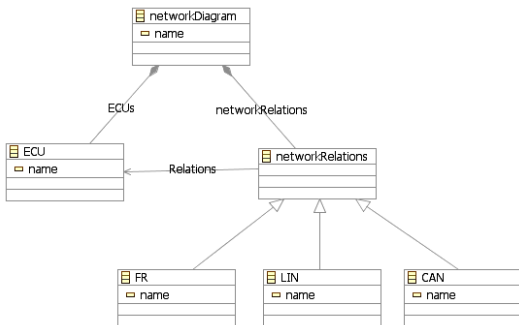
3.1 도메인 메타모델 정의

(그림 3)은 AUTOSAR 표준을 기반으로 본 논문에서 정의한 소프트웨어 컴포넌트 모델링 도구의 도메인 메타모델이다. 편집기 상에서 노드로 표현되는 부분은 ApplicationComponentType, CompositionType, SenderPort, ReceiverPort, ServerPort, ClientPort 이다. CompositionType 은 내부에 컴포넌트들을 포함하여 계층적으로 표현된다. 링크로 표현하는 부분은 PortPrototype 의 connection 이다. AUTOSAR 표준의 소프트웨어 컴포넌트는 UML 의 컴포넌트 다이어그램와 달리 Port 와 Port 사이의 연결로 이루어진다.

(그림 4)는 네트워크 토폴로지 모델링 도구에 대한 도메인 메타모델을 보여준다. ECU, CAN, LIN, FR 이 편집기에서 노드로 표현된다. 링크는 ECU 와 networkRelations 사이에 연결된 Relations 로 표현되며, 각 ECU 들은 CAN, LIN, FR 로 표현되는 통신 버스와의 연결되어 통신을 하게 된다.



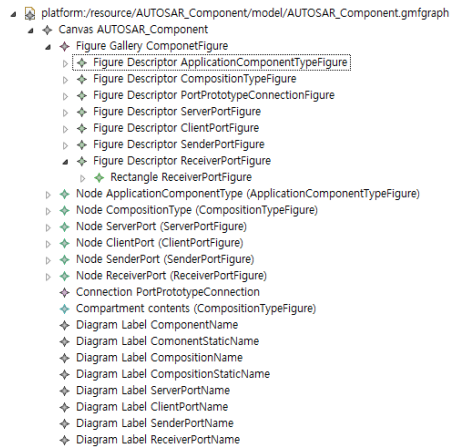
(그림 3) 소프트웨어 컴포넌트 도메인 메타모델



(그림 4) 네트워크 토폴로지 도메인 메타모델

3.2 Graphical Definition

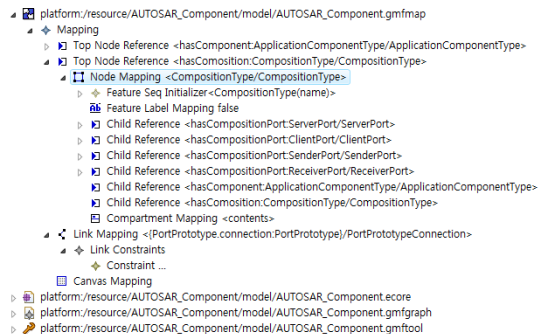
편집기에 표현될 노드와 링크에 대한 모양과 표현 방법을 설정한다. (그림 5)는 소프트웨어 컴포넌트 모델링 도구의 Graphical Definition 을 보여준다. 편집기에 표현될 모양은 FigureDescriptor 로 따로 정의하여 밑에 정의된 노드와 링크에 연결한다. 각 노드와 링크에는 그림이 표현되는 방향, 크기조절 가능 여부, 사용하는 Figure Descriptor 등을 정의한다. CompositionType 은 편집기에 표현될 때 다른 컴포넌트와 링크를 포함하는 형태로 표현되어야 하기 때문에 Compartment 로 정의한다. Compartment 로 정의된 노드는 내부에 다른 노드와 링크를 포함할 수 있게 된다.



(그림 5) Graphical Definition

3.3 Tooling Definition

편집기에서 객체를 추가하는 도구를 정의한다. 소프트웨어 컴포넌트 모델링 도구에는 Application Component, Composition, Sender Port, Receiver Port, Server Port, Client Port, connection 을 추가하는 버튼을 추가하고, 네트워크 토폴로지 모델링 도구에는 ECU, CAN, LIN, FR, Relation 을 추가하는 버튼을 추가한다.



(그림 6) Tooling Definition

3.4 Mapping Definition

도메인 모델에서 정의된 모델과 Graphic Definition 에서 정의된 노드와 링크, Tooling Definition 에서 정의된 도구를 매핑한다. 그리고 링크의 제약사항 등을 정의한다. (그림 6)은 소프트웨어 컴포넌트 모델링 도구의 Mapping Definition 을 보여준다.

Top Node Reference 는 편집기 최상위에 표현되는 노드를 나타낸다. Node Mapping 부분에서 도메인 모델과 Graphic 노드, 도구를 매핑한다. 그리고 Child Reference 는 그 노드에 포함될 수 있는 노드들을 나타낸다. 포함되는 노드들은 Compartment Mapping 을 정의하여 포함하는 노드와 매핑한다.

4. AUTOSAR 기반 모델링 도구 구현

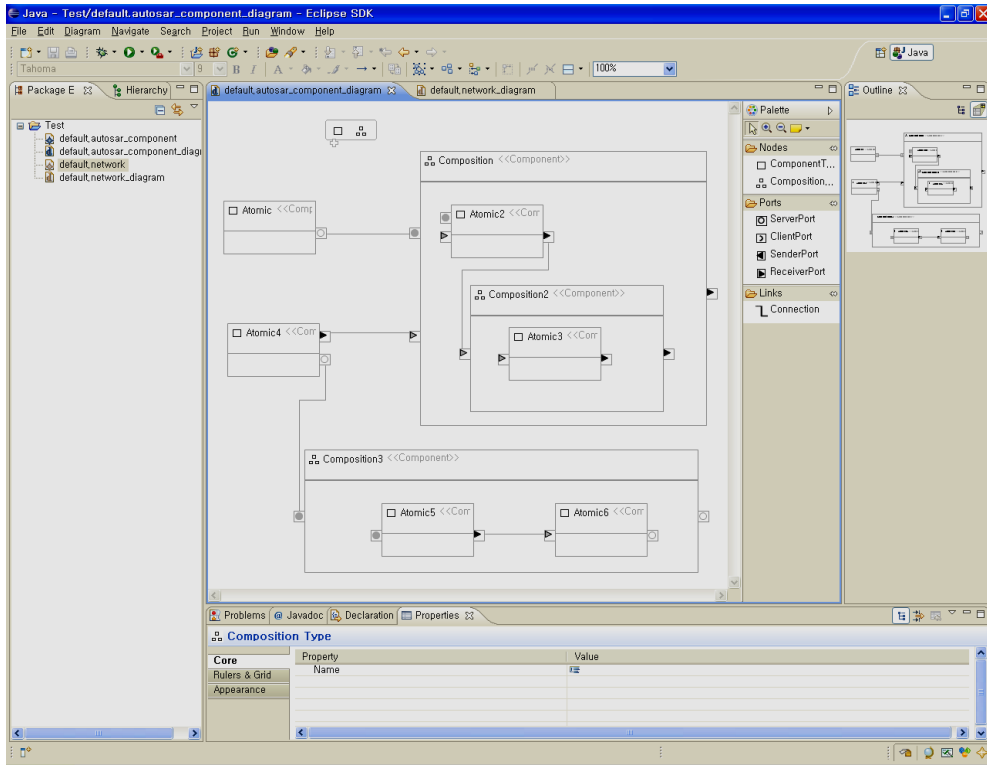
이클립스 GMF 를 이용하면 별도의 코딩 없이 쉽게 다이어그램 편집기를 구현할 수 있다. 하지만 Graphical definition 과 Mapping definition 단계에서 자그마한 오류만 있어도 GMF 코드 생성 모델 그리고 다이어그램 편집기 플러그인이 생성되지 않으므로 정확한 도메인 모델 분석과 GMF 정의가 요구된다. (그림 7)와 (그림 8)은 이클립스 GMF 를 이용하여 구현한 소프트웨어 컴포넌트 모델링 도구와 네트워크 토폴로지 모델링 도구의 플러그인이다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

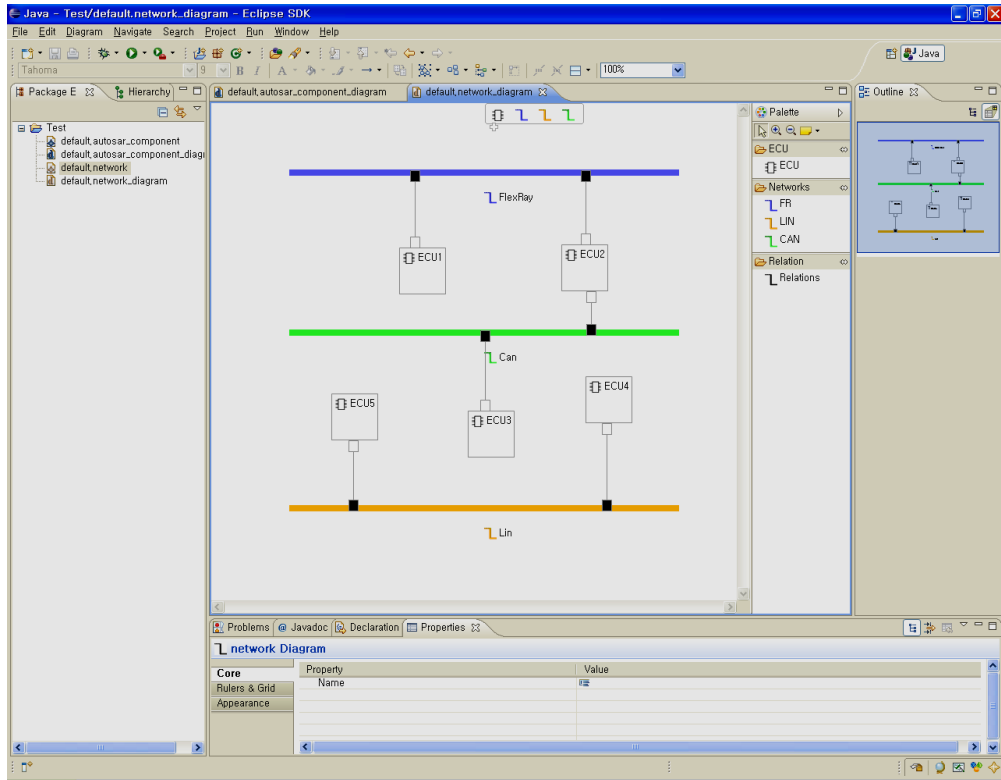
AUTOSAR 는 자동차 소프트웨어 아키텍처에 대한 국제 표준으로 차량용 소프트웨어를 개발하는 방법론을 제시하고 있다. AUTOSAR 에서 제시하는 통합 소프트웨어 플랫폼을 이용하면 현재 차량용 소프트웨어 개발에서 나타나는 소프트웨어의 복잡성, 재사용성, 생산성 저하 등의 문제를 해결할 수 있다.

이클립스 GMF 는 다이어그램 편집기 개발 프레임워크를 제공한다. GMF 를 이용하면 도메인 모델 정의와 편집기의 Graphic, Tool, Mapping 정의를 하는 것으로 쉽게 다이어그램 편집기를 개발할 수 있다. 본 논문에서는 GMF 를 이용하여 AUTOSAR 표준에 정의되어 있는 소프트웨어 컴포넌트 모델링과 네트워크 토폴로지 모델링을 표현할 수 있는 다이어그램 편집기 구현 방법을 제시하였다.

AUTOSAR 표준에 명시되어 있는 소프트웨어 컴포넌트와 네트워크 토폴로지를 좀 더 명확히 모델링 하기 위해서는 각 모델의 속성, 즉 데이터 타입, 오퍼레이션, 네트워크 메시지, 시그널 등을 입력할 수 있는 추가적인 모듈이 필요하다. 또한 AUTOSAR 개발 방법론의 다음 단계인 ECU 플랫폼 설정 단계에 대한 지원을 위해 AUTOSAR XML 기술 파일로 모델링 된 소프트웨어 정보를 추출하는 기능이 요구된다. 향후 소프트웨어 컴포넌트 모델과 네트워크 토폴로지 모델



(그림 7) 소프트웨어 컴포넌트 모델링 도구 플러그인



(그림 8) 네트워크 토폴로지 모델링 도구 플러그인

에 속성을 추가하는 모듈과 AUTOSAR XML Schema Definition 을 참조하여 소프트웨어 모델링 정보를 XML 기술 파일로 추출하는 기능을 구현할 예정이다.

참고문헌

- [1] Hardung Bernd, Kolzow Thorsten, and Kruger Adreas, "Reuse of Software in Distributed Embedded Automotive Systems," Proceedings of the 4th ACM International Conference on Embedded Software, ACM Press, pp. 203-210, 2004.
- [2] AUTOSAR, <http://www.autosar.org>
- [3] OMG, "Unified Modeling Language: Superstructure", Version 2.0, 2005.
- [4] Eclipse.org Home, <http://www.eclipse.org>
- [5] GMF, <http://www.eclipse.org/modeling/gmf>
- [6] EMF, <http://www.eclipse.org/modeling/emf>
- [7] GEF, <http://www.eclipse.org/modeling/gef>
- [8] AUTOSAR_SoftwareComponentTemplate, <http://www.autosar.org>
- [9] AUTOSAR_SystemTemplate, <http://www.autosar.org>