

# AUTOSAR Basic Software 모듈의 설정을 평가하는 도구 개발

홍승안\*, 임형주\*, 권기현\*, 남현순\*\*, 한태만\*\*

\*경기대학교 컴퓨터 과학과

\*\*한국전자통신연구원 자동차 융합기술연구팀

e-mail:{sngan, limhome01, khkwon}@kgu.ac.kr

{namhs, tmhan}@etri.re.kr

## Development of Configuration Evaluator for Basic Software in AUTOSAR

Seung-An Hong\*, Hyoung-Joo Lim\*, Gi-Hwon Kwon\*,

Hyeon-Sun Nam\*\*, Tae-Man Han\*\*

\*Dept of Computer Science, Kyonggi University

\*\*Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요 약

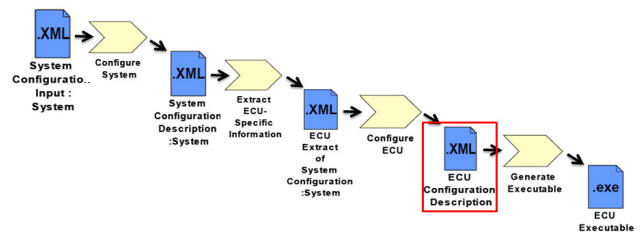
본 논문에서는 차량 전장용 소프트웨어의 일부인 Basic Software(BSW) 모듈 설정이 AUTOSAR 표준을 따르는 지를 평가하는 도구를 설명한다. 평가 도구는 크게 평가 속성 추출 부분과 속성 평가 부분으로 구분된다. 평가 속성 추출 부분에서는 AUTOSAR에서 제공하는 BSW 메타 모델로부터 평가 속성을 정의하는 데 사용되는 정보를 자동으로 추출하며 속성 평가 부분에서는 앞에서 추출한 정보를 이용하여 평가 속성을 정의한 후 사용자가 설정한 BSW 사용자 설정 모델에 대해서 평가를 자동으로 수행한다. 한편 평가 속성을 정의하는 데 BSW 메타 모델과 BSW 사용자 설정 모델이 이용된다. 이 두 모델은 XML 구조를 따르고 있으며 이 두 모델로부터 필요한 정보를 얻기 위해서는 XML 탐색이 요구된다. 이를 위해서 우리는 XML 질의어 중 하나인 XPath를 사용하였으며 BSW 메타 모델과 BSW 사용자 설정 모델로부터 평가에 필요한 정보를 얻을 수 있었다. 또한 평가 속성을 정의하는 데에도 XPath를 사용하였으며 XPath로 정의한 평가 속성을 이용하여 우리는 BSW 사용자 설정 모델을 평가할 수 있었다.

### 1. 서론

자동차 산업에서 안전성과 생산성의 이슈가 증가함에 따라 신뢰성과 재 사용성을 보장해 주는 표준화된 소프트웨어 플랫폼의 필요성이 증가되고 있다.

AUTOSAR(AUTomotive Open System Architecture) [1]는 이러한 신뢰성과 재 사용성을 목적으로 개발된 차량 전장용 소프트웨어 표준으로써 많은 자동차 관련 업체에서 AUTOSAR를 기반으로 한 상용차 개발에 주력하고 있다. AUTOSAR는 차량 제어의 기본 단위인 ECU(Electronic Control Unit)로 이루어져 있으며, Basic Software (BSW) 모듈은 이러한 ECU들이 기능 수행을 위해서 요구되는 부분 중 하나이다. 이를 위해 AUTOSAR에서는 각 BSW 모듈에 대한 명세 및 설정에 대한 표준을 제공하고 있다.

그림 1은 AUTOSAR에서 정의한 AUTOSAR 방법론[2]을 보여준다. ECU 설정이 끝나면 ECU Configuration Description이라는 BSW 사용자 설정 모델이 생성된다. 이 모델은 최종적으로 하드웨어 상에서 실행 가능한 파일을



(그림 1) AUTOSAR 방법론의 일부본

을 생성하는 데 사용되며 실행 가능한 파일을 생성하기 전에 생성된 BSW 사용자 설정 모델의 평가가 요구된다. 이를 위해서 AUTOSAR에서는 BSW 메타 모델(AUTOSAR\_ParamDef.arxml)이라는 XML 형식의 파일을 제공하고 있으며 우리는 이 파일을 이용하여 자동으로 평가 속성을 추출하고 BSW 사용자 설정 모델을 평가해 주는 도구를 개발하였다.

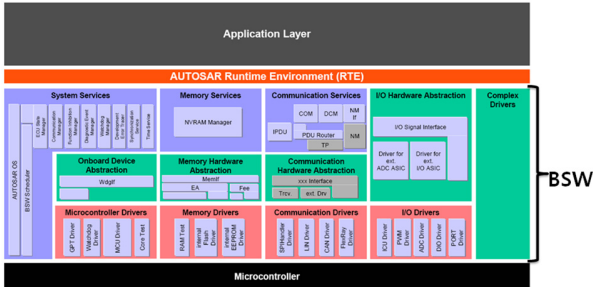
우리는 평가 속성 정의 및 평가 속성 정의를 위한 정보를 추출하는 데 XPath를 사용하였다. XPath는 XML의 특정 엘리먼트 또는 속성에 접근하는 데 있어서 경로 개념을 사용하며 다양한 표현 함수들을 제공한다. 이를 이용하여 우리는 쉽게 필요한 정보를 추출하였으며 평가 속성을 정의할 수 있었다.

\* 본 연구는 한국전자통신연구원 "차량 전장용 소프트웨어 플랫폼 설정을 위한 ECUC (ECU Configuration) Model Evaluator 기능 개발"의 지원을 받아 수행되었음

## 2. 배경 지식

### 2.1 AUTOSAR Basic Software(BSW)

AUTOSAR BSW 란 AUTOSAR Software Component 에 서비스를 제공하거나 소프트웨어가 가지고 있는 어떤 기능적 부분을 작동하기 위해서 기본적으로 요구되는 소프트웨어들이 모여 있는 표준화된 계층을 뜻한다.



(그림 2) AUTOSAR BSW 모듈의 종류

그림 2은 AUTOSAR BSW 모듈의 분류된 모습을 보여준다. AUTOSAR 에서는 AUTOSAR BSW 모듈에 대한 구조 및 기능을 정의한 명세서를 제공할 뿐만 아니라 XML 형태의 AUTOSAR\_Ecuc\_ParamDef.arxml라는 파일을 제공하며 이 파일을 이용하여 사용자가 설정한 BSW 모듈이 AUTOSAR 표준을 따르고 있는지를 평가할 수 있다.

### 2.2 XPath

XPath(XML Path Language)[3] 는 W3C 의 표준으로 XML 문서에서 특정 요소나 속성에 접근하기 위해 사용되는 언어이다. 기본적으로 XPath 는 태그들의 구조를 트리 형태로 변환한 XML 문서를 대상으로 루트 노드로부터 특정 노드까지의 경로를 표현하는 데 사용된다. 이러한 XPath 는 count(), text() 등의 자체 제공하는 다양한 표현 함수를 통해 XML 문서에 다양하게 질의를 할 수 있으며, XPath 로 구성된 질의어는 XML 문서의 구조와 태그들의 속성 값을 파악하는 데 사용된다.

## 3. BSW 모듈 평가 항목 및 평가 속성 정의

### 3.1 평가 항목 분류

우리 도구에서 평가할 평가 항목은 ECU 환경설정 명세서[4]와 BSW 메타 모델에 나오는 키워드를 중심으로 하여 아래와 같이 분류하였다.

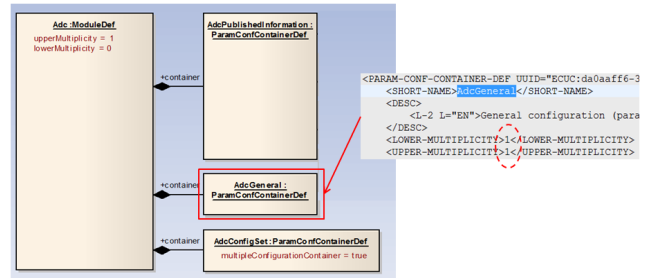
- Multiplicity
  - LOWER-MULTIPLICITY
  - UPPER-MULTIPLICITY
- Containers
  - PARAMCONF-CONFAINER-DEF
  - CHOICE-CONTAINER-DEF
- References
  - REFERENCE-PARAM-DEF
  - FOREIGN-REFERENCE-PARAM-DEF
  - CHOICE\_REFERENCE-PARAM-DEF
  - SYMBOLIC-NAME-REFERENCE-PARAM-DEF

### 3.2 평가 속성 정의

우리 도구에서 평가할 평가 속성은 평가 항목과 마찬가지로 ECU 환경설정 명세서와 BSW 메타 모델을 참고하여 정의하였다. 아래의 항목은 우리가 정의한 3가지 평가 속성이다.

#### 3.2.1 다중성 속성

다중성 속성은 BSW 사용자 설정 모델에 설정된 객체들의 수가 BSW 메타 모델에 정의된 Multiplicity



(그림 3) BSW 메타 모델에 정의된 AdcGeneral 컨테이너

값을 따르는 지를 평가하는 속성이다. 그림 3은 BSW 메타 모델에 정의된 Adc 모듈의 AdcGeneral 컨테이너의 Multiplicity 정의를 보여준다[5]. BSW 메타 모델의 정의를 따르면 AdcGeneral 컨테이너는 반드시 한 개가 존재해야 한다고 정의되어 있다. 따라서 AdcGeneral 컨테이너에 대한 다중성 속성의 경우 Adc 모듈이 설정되었을 때, AdcGeneral 컨테이너가 하나만 설정되어있는지를 검사하는 것이다.

우리 도구에서 이러한 다중성 속성을 평가하기 위해서 아래와 같이 XPath 를 이용하여 다중성 속성을 정의하였다. ('xxx' 모듈에 있는 'yyy'컨테이너)

#### • 속성 추출

- (1) AUTOSAR BSW메타 모델 상에서 LOWER-MULTIPLICITY 값 추출

```

//MODULE-DEF [SHORT-NAME='xxx']
/CONTAINERS/PA RAM-CONF-CONTAINER-DEF
[SHORT-NAME='yyy']// LOWER-MULTIPLICITY
    
```

- (2) AUTOSAR BSW 메타 모델 상에서 UPPER-MULTIPLICITY 값 추출

```

//MODULE-DEF [SHORT-NAME='xxx']//CONTAINERS/PA
RAM-CONF-CONTAINER-DEF [SHORT-NAME='yyy']//
UPPER-MULTIPLICITY
    
```

- (3) BSW 사용자 설정 모델에서 아래의 XPath를 적용하여 값을 얻음

```

count(//CONTAINER/DEFINITION-REF/ text()='yyy')
    
```

#### • 속성 평가

- (1) 앞의 속성추출 1번과 2번에서 얻은 값과 3 번에서 얻은 값을 비교함

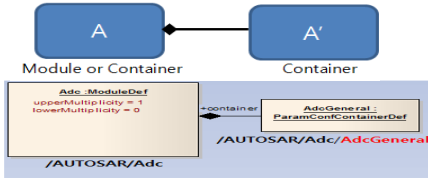
#### 3.2.2 내부 참조 속성

내부 참조 속성은 모듈 내부의 객체(컨테이너, 파라미터 등) 들 간의 연관 관계가 올바르게 평가하는 속성이다.

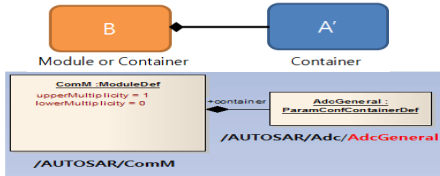
```
<!-- Module Definition: Adc -->
<MODULE-DEF UUID="ECUC:c03229fe-4dca-445e-a7c-1ae11e6c1832">
<SHORT-NAME Adc /SHORT-NAME>

<!-- Parameter Container Definition: AdcGeneral -->
<PARAM-CONF-CONTAINER-DEF UUID="ECUC:da0aaff6-3ed6-4a15-824e-dc32f3a8bd93">
<SHORT-NAME AdcGeneral /SHORT-NAME>
<DESC>
<L2 L="EN">General configuration (parameters) of the ADC Driver software module. </L2>
</DESC>
<LOWER-MULTIPLICITY>1</LOWER-MULTIPLICITY>
<UPPER-MULTIPLICITY>1</UPPER-MULTIPLICITY>
<MULTIPLE-CONFIGURATION-CONTAINER>false</MULTIPLE-CONFIGURATION-CONTAINER>
<PARAMETERS>
```

(그림 4) BSW 메타 모델에 정의된 AdcGeneral 컨테이너



(그림 5) 올바른 내부 참조 관계



(그림 6) 올바른지 못한 내부 참조 관계

그림 4는 BSW 메타 모델에 정의된 AdcGeneral 컨테이너의 내부 참조 관계를 보여준다. BSW 메타 모델을 살펴보면 AdcGeneral 컨테이너는 반드시 Adc 모듈 아래에 있어야 한다. 그림 4의 내용을 참고하여 그림 5와 그림 6을 살펴보면 내부 참조 관계가 무엇인지를 쉽게 알 수 있을 것이다. 그림 5의 경우 BSW 메타 모델의 정의에 맞게 AdcGeneral 컨테이너는 Adc 모듈 아래에 있다. 하지만 그림 6의 경우 AdcGeneral 컨테이너는 ComM 모듈[6] 아래에 있다. 이 경우는 BSW 메타 모델의 정의를 위반한 경우이며 우리는 이러한 예러를 찾기 위해서 다음과 같이 XPath 를 이용하여 내부 참조 속성을 정의하였다. ('xxx' 모듈에 있는 'yyy' 컨테이너)

• 속성 추출

- (1) AUTOSAR BSW 메타 모델 상에서 평가를 수행할 컨테이너의 전체 경로를 구함("yyy" 컨테이너에 대한 전체 경로)
- (2) AUTOSAR BSW 메타 모델 상에서 평가를 수행할 컨테이너의 상위 컨테이너에 대한 전체 경로를 구함("xxx"모듈에 대한 전체 경로)

• 속성 평가

- (1) 아래의 XPath 를 BSW 사용자 설정 모델에 적용

```
count(//MODULE-CONFIGURATION[not(DEFINITION-REF='xxx'/COUNTERS /CONTAINER[DEFINITION-REF='xxx'/yyy])]=0
```
- (2) 1번에서 얻은 값에 따라 평가 결과는 다음과 같다.
  - 1) 얻은 값이 TRUE라면 예러 존재하지 않음
  - 2) 얻은 값이 FALSE 라면 예러 존재

```
AUTOSAR_EcucParamDef.arxml
<REFERENCES>
<!-- Symbolic Name Reference Definition: ComMNmBlockDescriptor -->
<SYMBOLIC-NAME-REFERENCE-PARAM-DEF UUID="ECUC:2d7f98d-4299-437a-906d-97f6c6573c62">
<SHORT-NAME>ComMNmBlockDescriptor</SHORT-NAME>
<DESC>
<L2 L="EN">Reference to NVRAM block containing the none volatile data </L2>
</DESC>
<LOWER-MULTIPLICITY>1</LOWER-MULTIPLICITY>
<UPPER-MULTIPLICITY>1</UPPER-MULTIPLICITY>
<ORIGIN>AUTOSAR_ECUC</ORIGIN>
<DESTINATION-REF DEST="PARAM-CONF-CONTAINER-DEF"/>AUTOSAR/NvM/NvMBlockDescriptor</DESTINATION-REF>
</SYMBOLIC-NAME-REFERENCE-PARAM-DEF>
</REFERENCES>
```

<DESTINATION-REF DEST="PARAM-CONF-CONTAINER-DEF"/>  
</AUTOSAR/NvM/NvMBlockDescriptor</DESTINATION-REF>

(그림 7) BSW 메타 모델에 정의된 ComMNvm BlockDescriptor 파라미터의 외부 참조 정의

3.2.3 외부 참조 속성

외부 참조 속성은 모듈 설정 시 모듈이 동작하기 위해서 참조해야 하는 외부(다른) 모듈의 참조가 BSW 메타 모델의 정의대로 올바르게 참조하고 있는 지를 평가하는 속성이다. 그림 7은 Nvm 모듈[7]의 NvmBlock Descriptor 를 외부 참조하고 있는 ComM 모듈의 ComM NvmBlockDescriptor 의 정의이다. 만약 사용자 설정 모델에 ComMNvmBlockDescriptor 파라미터가 설정되어 있다면 이 파라미터가 BSW 메타 모델의 정의대로 올바르게 참조하고 있는 지를 평가해야 한다. 이를 위해 우리는 다음과 같이 XPath 로 외부 참조 속성을 정의하였다. ('yyy' 컨테이너에 있는 '\*\*\*' 파라미터)

- 참조 값의 설정 여부 확인

• 속성 추출

- (1) 아래의 XPath 를 BSW 사용자 설정 모델에 적용

```
count(//CONTAINER[SHORT-NAME='yyy']/REFERENCE-VALUES/REFERENCE-VALUE[VALUE-REF]=0
```

• 속성 평가

- (1) 앞의 속성 추출 1번에 얻은 값이 TRUE라면 참조 값이 설정됨
- (2) 얻은 값이 FALSE 라면 참조 값이 설정되지 않음

- 참조 값이 정확한 값을 참조하고 있는 지를 평가

• 속성 추출(참조 파라미터 "\*\*\*\*" 에 대해서)

- (1) BSW 메타모델에서 평가하고자 하는 참조 파라미터가 참조하는 값의 타입을 가져옴

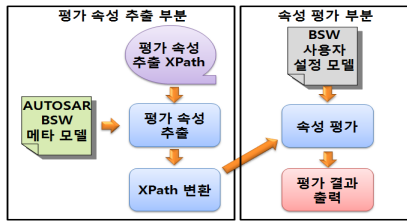
```
//REFERENCE-PARAM-DEF[@SHORT-NAME='****']/DESTINATION-REF/text()
```
- (2) BSW 메타모델에서 "\*\*\*\*" 에 대한 전체 경로를 가져옴
- (3) BSW 사용자 설정 모델에서 2번에서 얻은 경로를 이용해서 평가하고자하는 Reference-value 을 얻음
- (4) 3번에서 얻은 Reference-value 을 이용하여 실제 참조하고 있는 컨테이너들을 구함

• 속성 평가

- (1) 앞의 속성 추출의 1번 단계에서 얻은 값과 4번 단계에서 얻은 값이 일치하는 지 평가

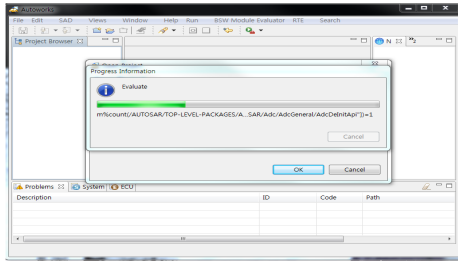
4. AUTOSAR BSW 모듈 설정 평가 도구

AUTOSAR BSW 모듈 설정 평가 도구는 검사 속성 추출 부분과 속성 검사 부분으로 구분되며 검사 흐름은 그림 8와 같다. AUTOSAR BSW 모듈 설정 평가 도구는 평가 속성 추출을 위해서 AUTOSAR BSW 메타 모델과 앞에서 정의한 평가 속성 추출을 위해서 정의한 XPath를 입력 받아서 각 모듈에 대한 평가 속성들을 추출한다. 추출된 평가 속성들은 실제 평가에 사용하기 위해서 XPath



(그림 8) 실행 흐름도

로 변환되며 BSW 사용자 설정 모델과 XPath 로 정의된 평가 속성을 입력받아서 속성 평가를 수행한다.



(그림 9) AUTOSAR BSW 모듈 설정 평가 도구의 실행 화면

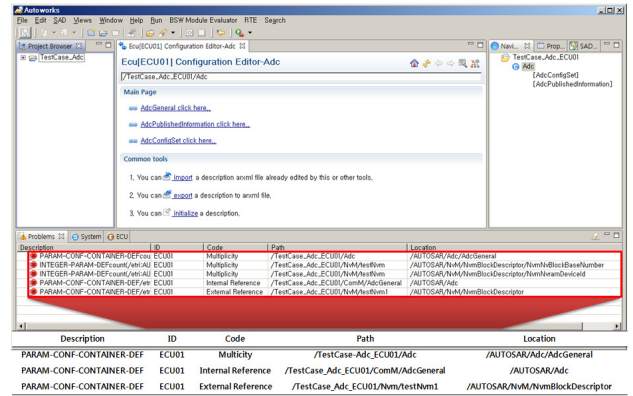
그림 9는 AUTOSAR BSW 모듈 설정 평가 도구의 실행 화면을 보여준다. 도구는 이클립스 기반의 플러그인 형태로 개발되었으며 실제 동작은 전장용 소프트웨어 개발 도구인 AutoWorks[8] 상에서 동작을 하도록 개발하였다. AutoWorks 는 한국 전자 통신 연구원(ETRI)에서 국내 최초로 개발된 AUTOSAR 기반의 전장용 소프트웨어 개발 도구이며 AutoWorks에서 생성된 BSW 사용자 설정 모델을 검사하도록 개발되었다.

### 5. 적용 사례

본 논문에서는 AutoWorks를 통해서 생성된 BSW 사용자 설정 모델을 대상으로 평가를 수행한다. 우리는 AutoWorks 를 이용하여 아래와 같이 임의의 모델을 생성하여 BSW 모듈 설정 평가를 수행하였다.

- (1) Adc 모듈 설정 시 AdcGeneral 컨테이너를 설정하지 않은 상태에서 프로젝트를 저장함 - 다중성 속성 위반
- (2) ComM 모듈 아래에 AdcGeneral 컨테이너가 위치하도록 BSW 사용자 설정 모델을 수정한 후 평가를 수행 - 내부 참조 속성 위반(그림 6 참조)
- (3) ComMnvmBlockDescriptor 가 그림 7에 나온 정의가 아닌 다른 파라미터를 참조하도록 BSW 사용자 설정 모델을 수정한 후 설정 평가를 수행 (ComMnvmBlockDescriptor가 /AUTOSAR/NvM/NvMBlockDescriptor를 참조하도록 모델을 수정함) - 외부 참조 속성 위반

그림 10은 도구를 이용한 평가 결과를 보여준다. 첫 번째 예러는 Adc 모듈 설정 시에 필수적으로 설정해야만 하는 AdcGeneral 컨테이너를 설정을 하지 않기 때문에 발생하는 예러이며(다중성 속성 위반) 두 번째 예러는 AdcGeneral 컨테이너가 Adc 모듈이 아닌 ComM 모듈 아



(그림 10) BSW 설정 평가 결과

래에 있어서 발생한 예러이다.(내부 참조 속성 위반) 마지막으로 세 번째 예러는 파라미터가 다른 곳을 참조하여 발생한 예러이다.(외부 참조 속성 위반) 우리 도구는 이와 같이 앞에서 정의한 세 가지 평가 속성에 대해서 자동으로 예러를 발견하였으며 그 결과를 그림 10과 같이 출력해 준다.

### 6. 결론

지금까지 우리는 XPath 를 이용하여 AUTOSAR BSW 모듈 설정을 자동으로 평가하는 도구에 대해서 설명하였다. 우리가 개발한 도구는 XML 구조인 AUTOSAR BSW 메타 모델로부터 XPath 를 이용하여 자동으로 평가 속성을 정의하는 데 필요한 정보를 추출하고 추출한 정보를 이용하여 자동으로 평가 속성을 XPath 를 사용하여 정의한다. XPath 는 특정 엘리먼트 또는 속성에 접근하는 데 있어서 경로를 사용하며 다양한 표현함수를 제공하므로써 사용자에게 편리성을 제공한다. 이후에 해야 할 일은 평가 속성을 정의하는 데 있어서 사용되는 XPath 에 대해서 효율적으로 평가 속성을 정의하는 방법에 대해서 연구할 예정이다. 또한 도구를 통해 생성된 XPath에 대해서 XPath가 올바르게 정의되었는지를 평가하는 방법을 연구할 것이다.

### 참고문헌

- [1] AUTOSAR, <http://www.autosar.org/>
- [2] Technical Overview, AUTOSAR Version 3.1, 2008
- [3] <http://www.w3.org/TR/xpath/>
- [4] Specification of ECU Configuration, AUTOSAR Version 3.1, 2008
- [5] Specification of ADC Driver, AUTOSAR Version 3.1, 2008
- [6] Specification of Communication Manager, AUTOSAR Version 3.1, 2008
- [7] Specification of NVRAM Manager, AUTOSAR Version 3.1, 2008
- [8] [http://www.etri.re.kr/etri/res/res\\_0101020502.etri](http://www.etri.re.kr/etri/res/res_0101020502.etri)