

# Improved FBD Scenario Generator Software Requirements Specification

---

[T8]

201411300 컴퓨터공학과 이정우  
201312439 컴퓨터공학과 소경현  
201312428 컴퓨터공학과 김정훈  
201510624 컴퓨터공학과 김용현

# Table of Contents

## 1.Introduction

- 1.1. Purpose
- 1.2. Scope
- 1.3. Definitions, acronyms, and abbreviations
- 1.4. Overview

## 2.Overall Description

- 2.1. Product perspective
- 2.2. Functional Requirements Specification
  - 2.2.1. Scenario management use case
    - Use case: Generate scenario
    - Use case: Generate first scenario
    - Use case: Delete scenario
  - 2.2.2. Model use case
    - Use case: Enforcement training
  - 2.2.3. Parse data use case
    - Use case: Parse program
    - Use case: Parse scenario
  - 2.2.4. Simulation use case
    - Use case: Simulate scenario
    - Use case: Calculate toggle coverage
    - Use case: Calculate MC/DC coverage
  - 2.2.5. Result use case
    - Use case: Show toggle coverage result
    - Use case: Show MC/DC coverage result
- 2.3. Non-functional requirements
  - 2.3.1. Performance
    - 2.3.1.1. 커버리지 개선
  - 2.3.2 Usability
    - 2.3.2.1. GUI의 개선
  - 2.3.3. Interoperability
    - 2.3.3.1. 기존 프로그램(NuDE)과의 호환성
    - 2.3.3.2. JAVA와의 호환성
- 2.4. User characteristics
- 2.5. Constraints

## 3.Specific requirements

- 3.1. External Interface Requirements
  - 3.1.1. User interfaces
  - 3.1.2 Hardware interfaces
  - 3.1.3 Software interfaces
- 3.2. Functional Requirements
  - 3.2.1. 시나리오의 생성
    - 3.2.1.1. 시나리오의 생성
    - 3.2.1.2 최초 시나리오 생성
    - 3.2.1.3. 시나리오의 삭제
  - 3.2.2. 학습하기
    - 3.2.2.1. 모델의 학습
  - 3.2.3. 파싱하기
    - 3.2.3.1. 프로그램의 파싱
    - 3.2.3.2. 시나리오의 파싱

- 3.2.4. 시뮬레이션
  - 3.2.4.1. 시뮬레이션하기
  - 3.2.4.2. Toggle 커버리지 계산
  - 3.2.4.3. MC/DC 커버리지 계산
- 3.2.5. 결과 표출
  - 3.2.5.1. Toggle 커버리지 결과
  - 3.2.4.2 MC/DC 커버리지 결과
- 3.3. Non-Functional Requirement
  - 3.3.1. Performance
  - 3.3.2. Usability'
  - 3.3.3. Interoperability

## 1. Introduction

### 1.1. Purpose

이 문서는 Machine Learning을 활용, Function Block Diagram(이하 FBD) Program에 대한 Test Scenario 생성을 자동화하여 해당 프로그램에 대한 높은 Structural Coverage(Toggle 및 MC/DC Coverage) 달성을 효율적으로 이뤄내는데 목적을 두고 있다. 따라서 해당 프로젝트는 안전 필수 시스템에 주로 사용되는 FBD Program의 Testing 과정을 더 간편하고 수월하게 진행하는 것에 목적을 두고 있으며, Software Quality Assurance(이하 SQA)들에게 유용할 것으로 예상된다.

### 1.2. Scope

우리는 개발하고자 하는 프로그램을 Improved FBD Scenario Generator(이하 ISG)라 명명하였다. ISG의 기본 기능은 Genetic Algorithm을 활용, Machine Learning을 이용하여 FBD Program에 대해 높은 Structural Coverage를 달성할 수 있도록 Scenario를 자동생성하는 것이다. 생성된 Scenario들은 최소 95% 이상의 Structural Coverage 만족을 목표로 하며, 자동화 된 Scenario 생성과 GUI의 높은 행동 유도성을 바탕으로 사용자에게 편의를 제공해 줄 수 있을 것으로 기대한다.

### 1.3. Definitions, acronyms, and abbreviations

<b>ISG</b>	Improved FBD Scenario Generator, 개발할 프로그램 이름
<b>SQA</b>	Software Quality Assurance,
<b>FBD</b>	Function Block Diagram
<b>NuDE</b>	Formal method based NPP system development and verification environment
<b>MC/DC Coverage</b>	Modified Condition / Decision Coverage

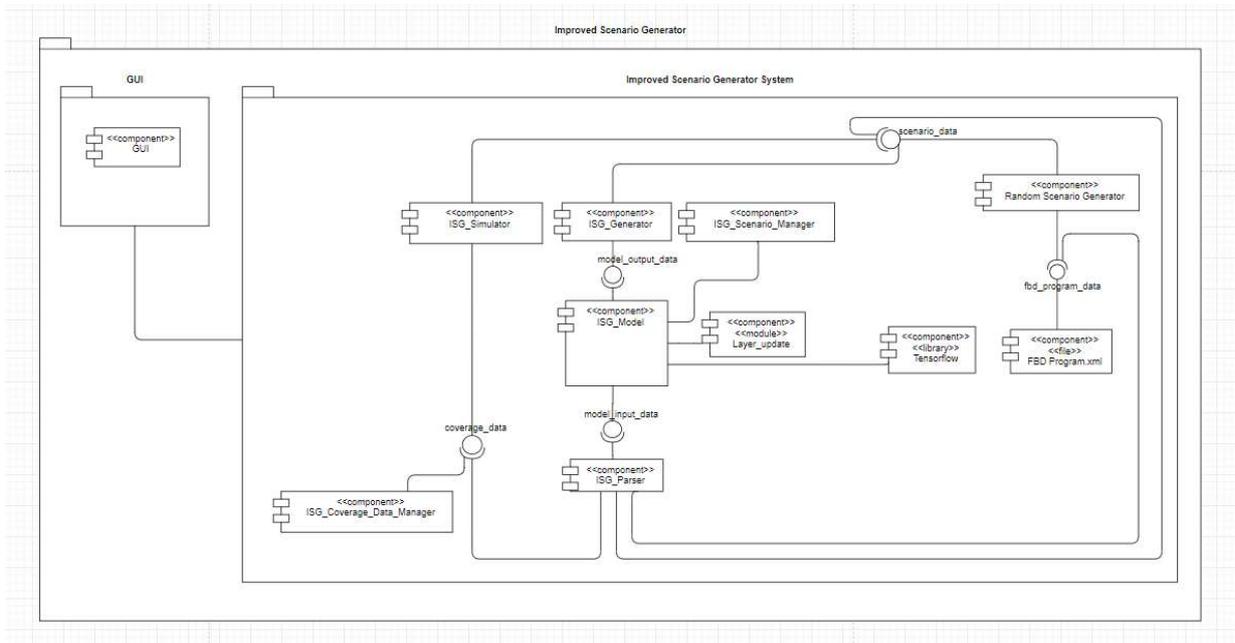
### 1.4. Overview

이 문서는 ISG에 대한 Functional Requirements 및 Non-functional Requirements의 상세 내용과 프로젝트의 전반적인 설명을 포함한다. 구성은 IEEE 표준에 의거하여 크게 Introduction, Overall description, Specific requirements로 구성된다. Overall description에서는 ISG에 대한 전반적인 설명을 기술하고, Specific requirements에서는 ISG에 대한 구체적인 요구사항들을 기능요구사항과 비기능요구사항으로 구분하여 설명할 것이다.

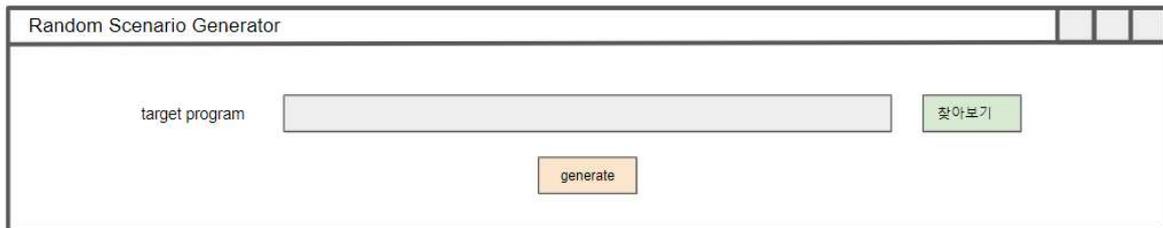
## 2. Overall Description

### 2.1. Product perspective

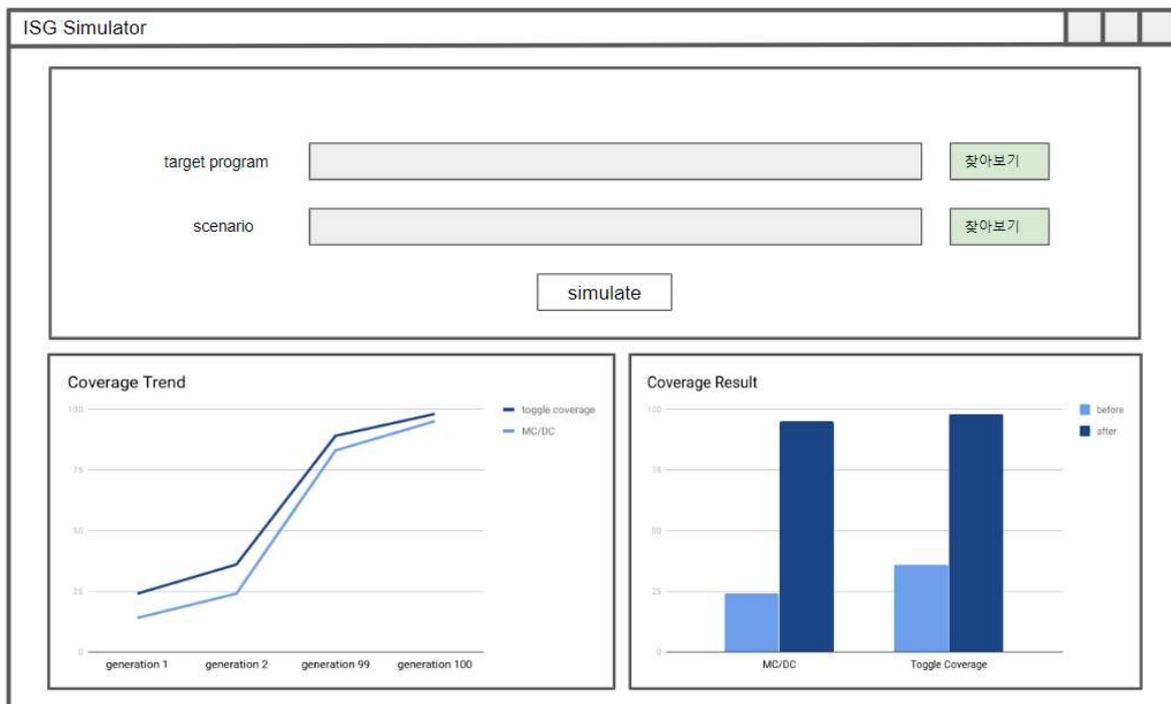
## 2.1.1. System Architecture



## 2.1.2. User Interface



(그림 1)



(그림 2)

최초 시나리오의 생성은 generate버튼을 통해 이루어진다. (그림1)에서 사용자가 ‘찾아보기’ 버튼을 통해 FBD 타겟 프로그램을 설정하고 generate버튼을 누르면 ISG는 해당 프로그램에 대해 임의의 input값으로 시나리오를 생성한다. 그 이후 (그림2)와 같은 창이 열리게 된다.

(그림2)에서는 generate에서 설정해 준 FBD 타겟 프로그램과 최초 랜덤 생성된 Scenario가 default로 들어가 있으며 필요 시 사용자가 직접 찾아보기 버튼을 통해 변경할 수 있다. 사용자가 simulate 버튼을 누르면 ISG는 해당 시나리오와 프로그램을 바탕으로 학습을 진행하고, 이는 Toggle Coverage 및 MC/DC가 달성률을 만족할 때까지 반복한다. 달성률을 만족했다면 학습을 멈추고, Coverage의 변화과정과 최종 Coverage를 GUI를 통해 화면에 출력한다.

### 2.1.3. Software interface

#### 2.1.3.1. Operating system

Name	Windows 10 Education 64bit
Mnemonic	Windows 10
Build number	18363.959

#### 2.1.3.2. IDE

Name	Eclipse
Mnemonic	Eclipse
Version number	4.15.0

#### 2.1.3.3. JDK

Name	Java SE Development Kit
Mnemonic	JDK
Version number	14.0.1

#### 2.1.3.4. NuDE

Name	Formal method based NPP system development and verification environment
Mnemonic	NuDE

Version number	1.0
----------------	-----

### 2.1.3.5. Tensorflow

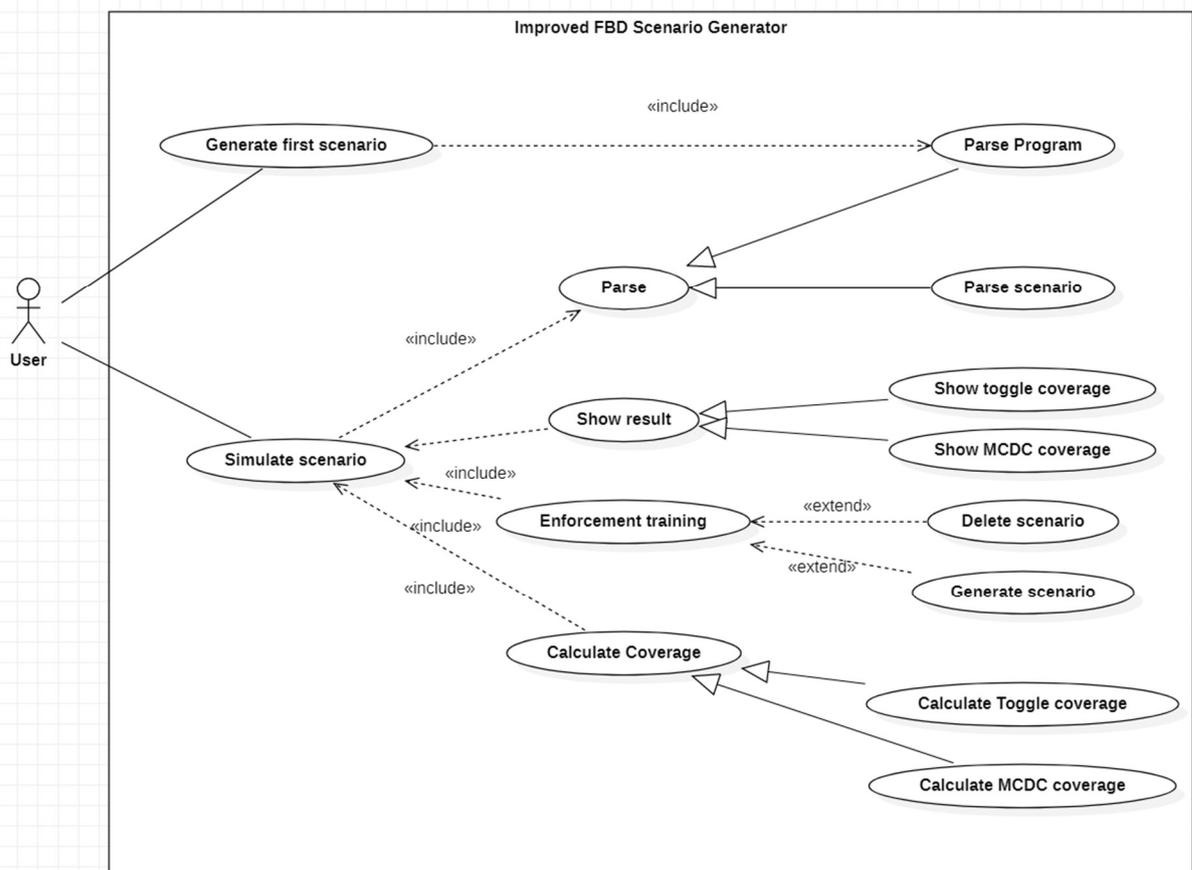
Name	Tensorflow for JAVA
Version number	1.14.0

### 2.1.4. Operation

ISG는 Backup 과 Recovery를 위하여 중간 세대의 시나리오들을 관리하는 Scenario manager 와 중간 세대의 커버리지를 관리하는 Coverage manager를 포함한다. 또한 input값들을 모델에 맞게 parsing해주는 Parser를 포함한다. Parser에는 xml로 작성된 FBD 프로그램을 parsing하는 FBD parser와 Scenario data를 parsing하는 Scenario parser가 있다.

ISG는 Structural coverage를 계산하고 보여주기 위해 별도의 Simulator를 사용하며, Coverage를 각각 Toggle coverage와 MC/DC로 나누어 계산하고 나누어 보여주도록 설계하였다.

## 2.2. Functional requirements specifications

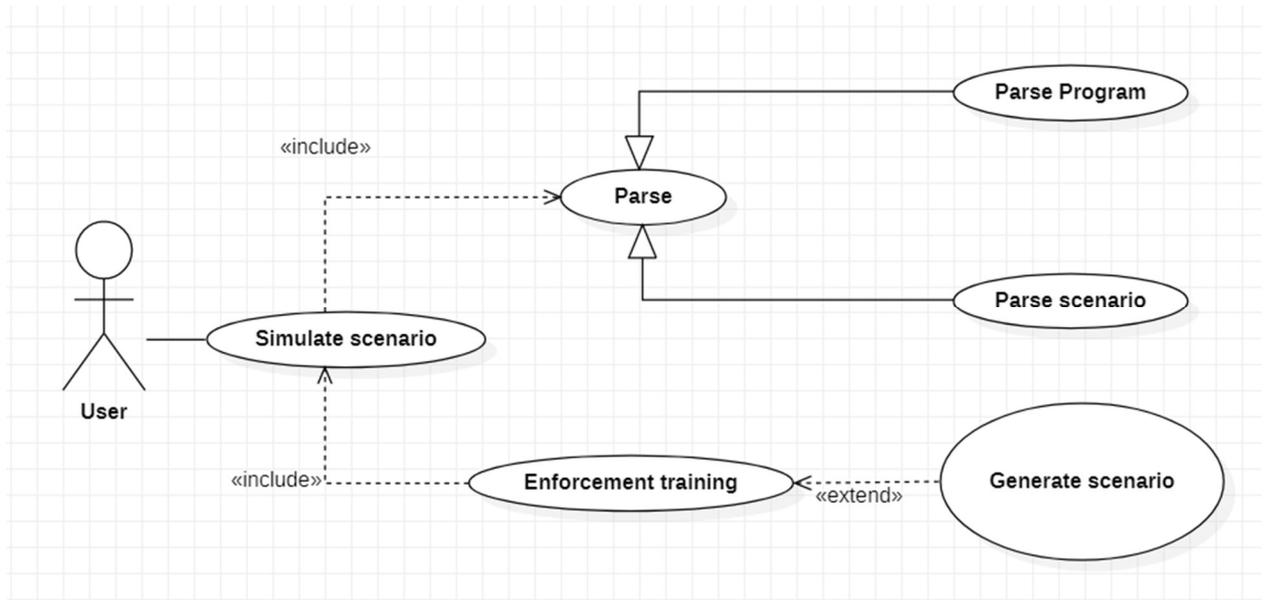


<use-case diagram>

2.2.1. Scenario management use case

2.2.1.1. Use case : Generate scenario

Diagram :



Brief description : 모델을 통해 한 세대 후의 시나리오를 만들어 낸다.

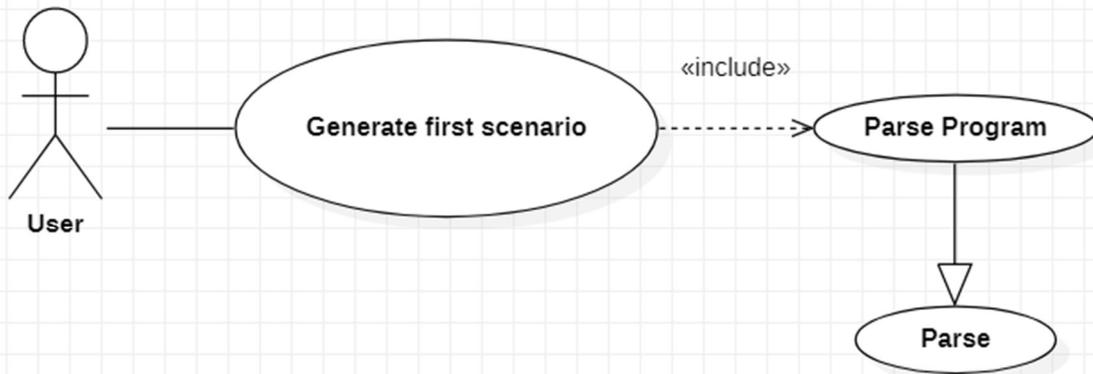
Initial step-by-step description :

- a. 시스템은 파싱된 데이터를 모델에 넣고 새로운 데이터를 만들어 낸다.
- b. 시스템은 새로운 데이터로 개선된 시나리오를 생성한다.

Ref. : FR 1.1

2.2.1.2. Use case : Generate first scenario

Diagram :



Brief description : 최초의 시나리오를 랜덤 생성한다.

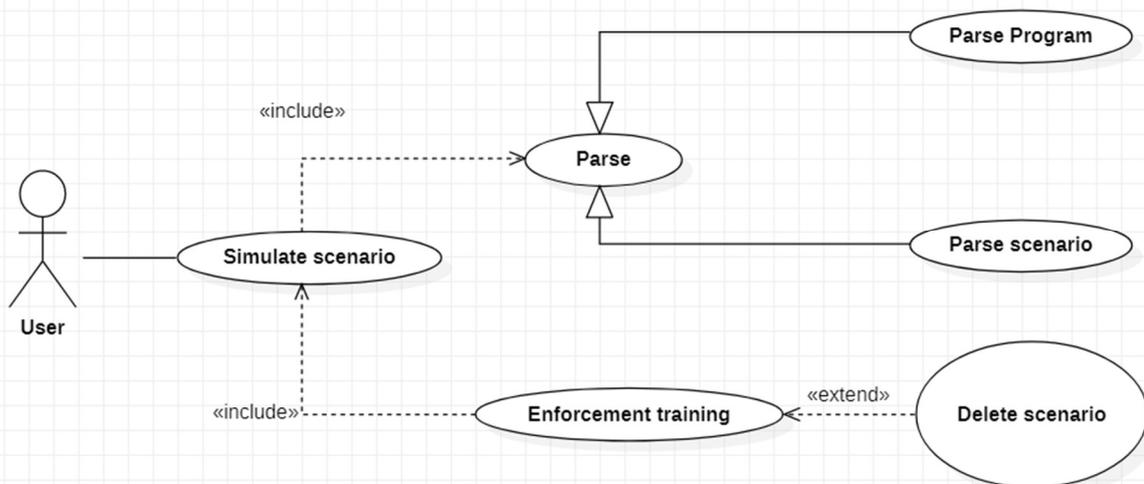
Initial step-by-step description :

- a. 사용자는 시나리오 생성을 하기 위한 FBD 프로그램의 경로를 입력한다.(최초 1회)
- b. 사용자는 generate 버튼을 누른다.
- c. 시스템은 내부 과정을 거쳐 최초 시나리오를 생성한다.

Ref. : FR 1.1

### 2.2.1.3. Use case : Delete scenario

Diagram :



Brief description : 더 이상 사용되지 않는 이전 세대의 시나리오를 삭제한다.

Initial step-by-step description :

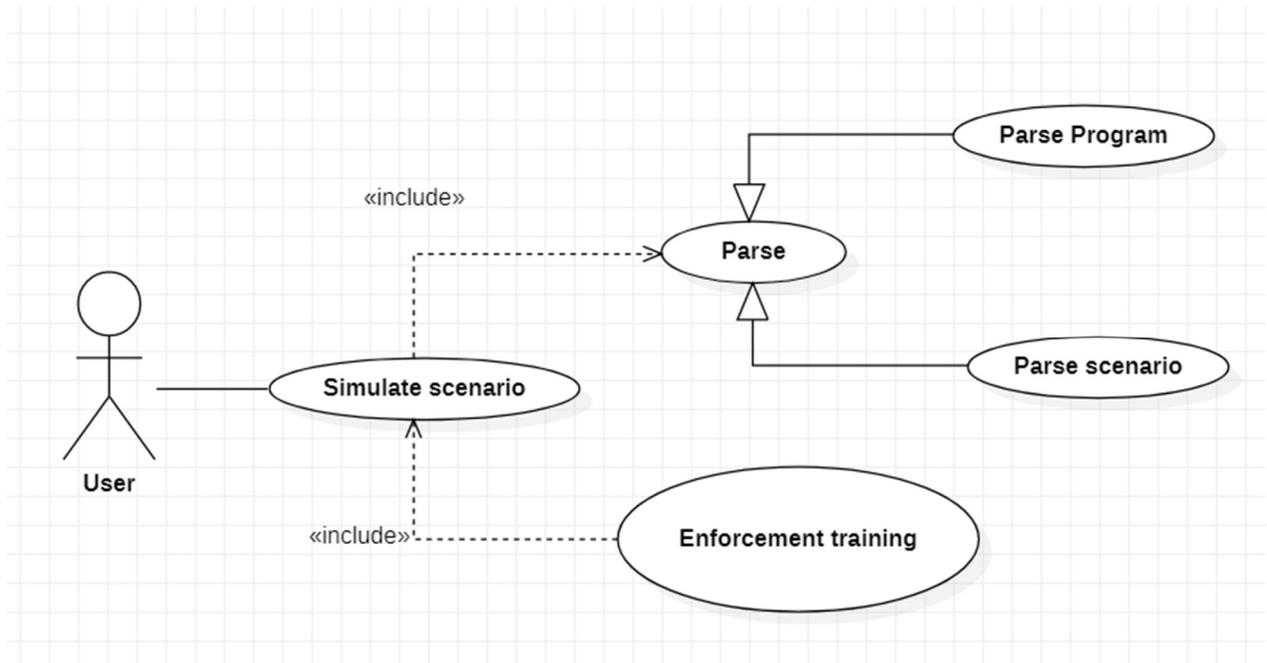
- a. 시스템은 강화학습 이후 더 이상 사용하지 않는 시나리오를 판별한다.
- b. 시스템은 판별된 시나리오를 삭제한다.

Ref. : FR 1.2

## 2.2.2. Model use case

### 2.2.2.1. Use case : Enforcement training

Diagram :



Brief description : 모델이 이전 세대의 커버리지와 비교하여, 다음 세대에 더 높은 커버리지를 가질 수 있도록 신경망을 update한다.

Initial step-by-step description :

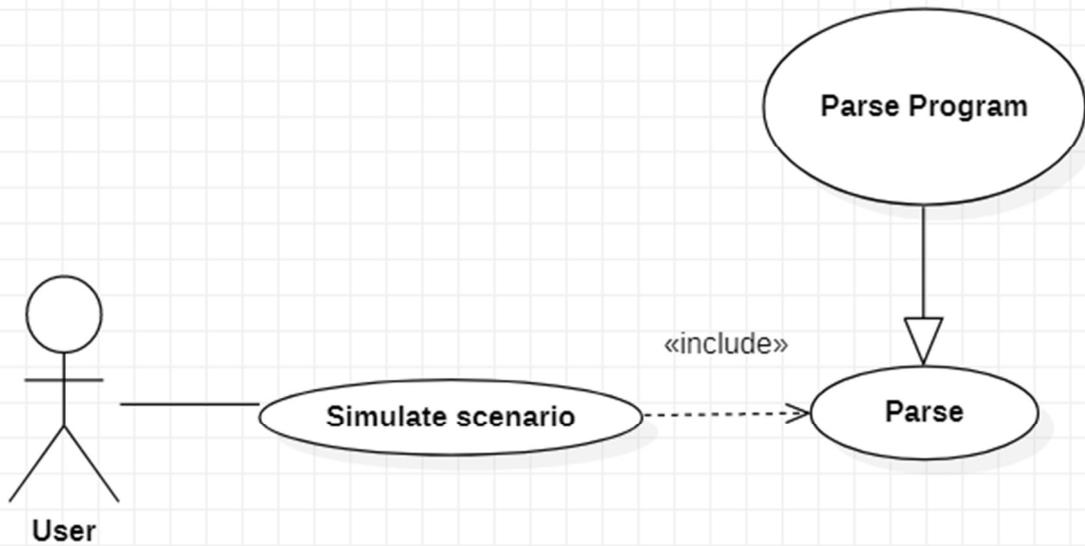
- a. 시스템은 모델로 들어온 인풋값을 바탕으로 학습을 진행한다.
- b. 시스템의 모델은 더 높은 커버리지를 가질 수 있도록 새롭게 update한다.

Ref. : FR 2.1

## 2.2.3. Parse data use case

### 2.2.3.1. Use case : Parse program

Diagram :



Brief description : FBD program파일을 모델 input 형식에 맞게 parsing한다.

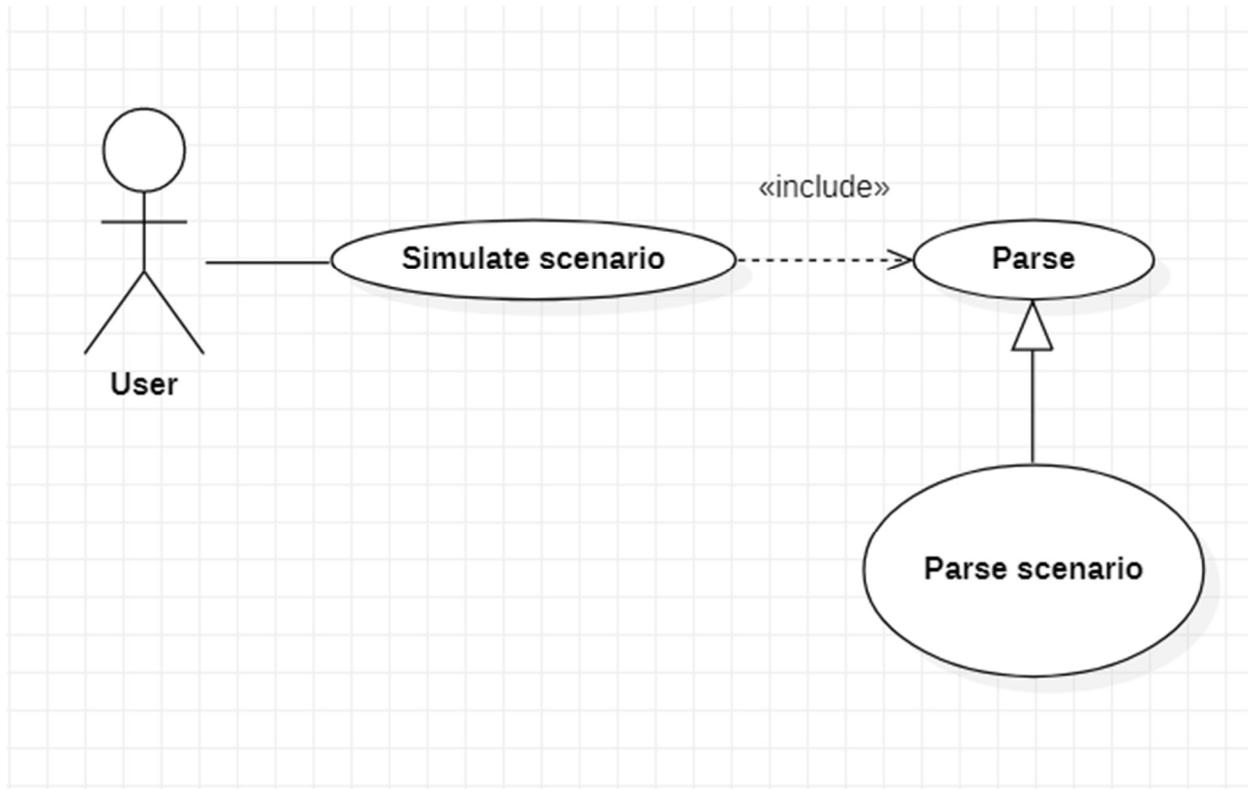
Initial step-by-step description :

- a. 시스템은 Generate first scenario에서 입력된 프로그램을 모델 인풋에 맞게 parsing한다.

Ref. : FR 3.1

#### 2.2.3.2. Use case : Parse scenario

Diagram :



Brief description : Scenario파일을 모델 input 형식에 맞게 parsing한다.

Initial step-by-step description :

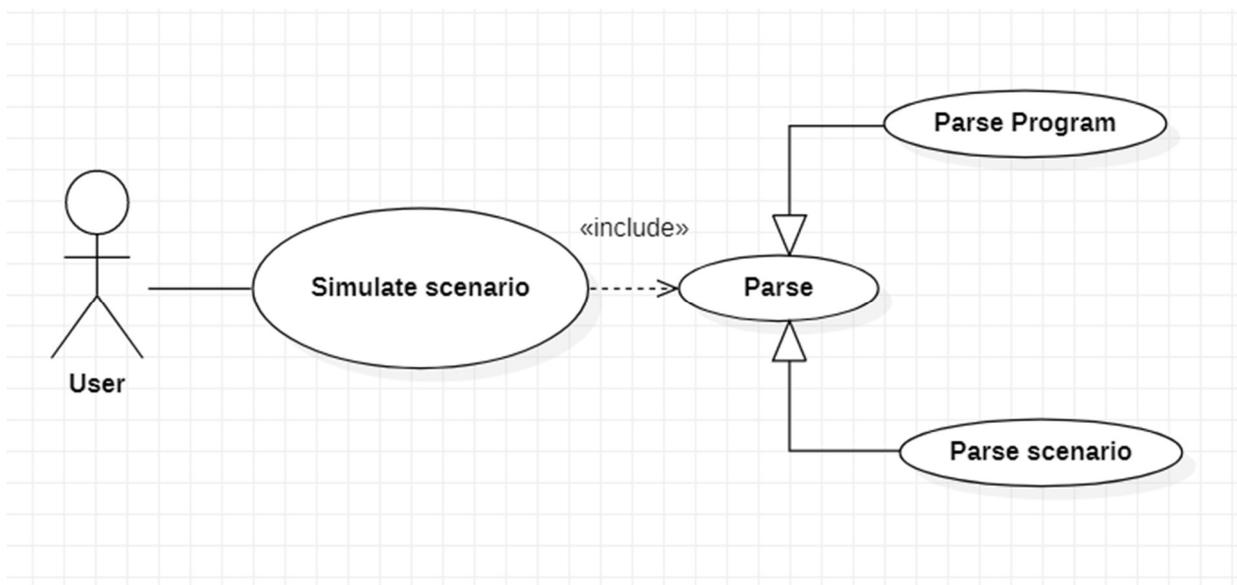
- a. 시스템은 모델로부터 새롭게 생성된 시나리오 또는 최초 랜덤생성된 시나리오를 모델에 맞게 parsing한다.

Ref. : FR 3.2

#### 2.2.4. Simulation use case

##### 2.2.4.1. Use case : Simulate scenario

Diagram :



Brief description : FBD Program과 Scenario를 이용하여 시뮬레이션을 진행한다.

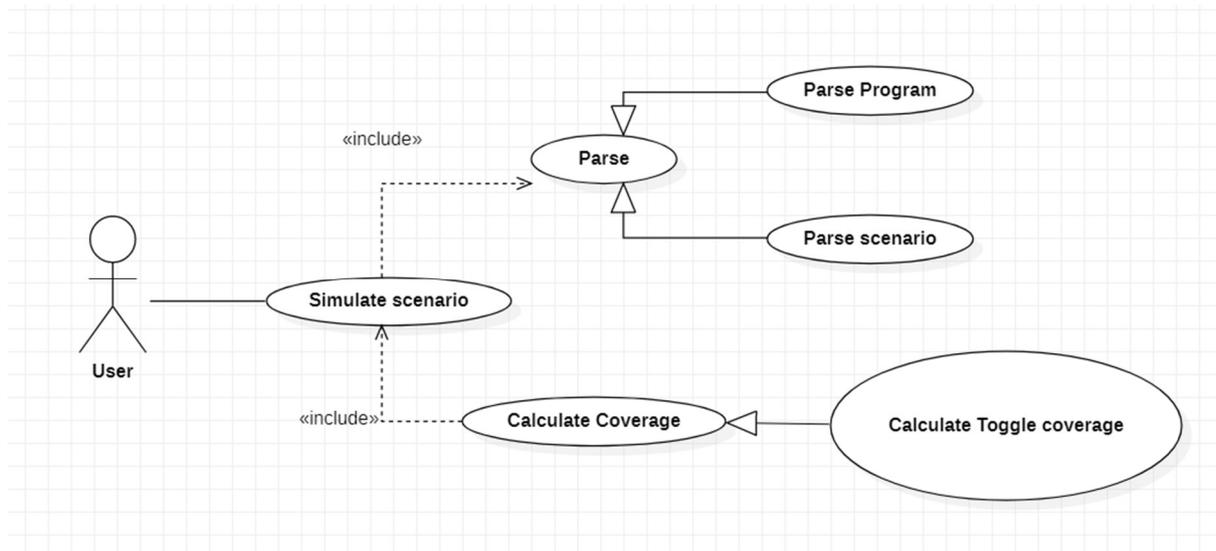
Initial step-by-step description :

- a. 사용자는 최초 생성된 시나리오의 경로를 입력하고 simulate버튼을 누른다.
- b. 시스템은 시나리오를 타겟 프로그램에 대하여 시뮬레이션 한다.

Ref. : FR 4.1

#### 2.2.4.2. Use case : Calculate toggle coverage

Diagram :



Brief description : 시뮬레이션 진행 도중에 나온 데이터들을 조합하여 Toggle Coverage를 계산한다.

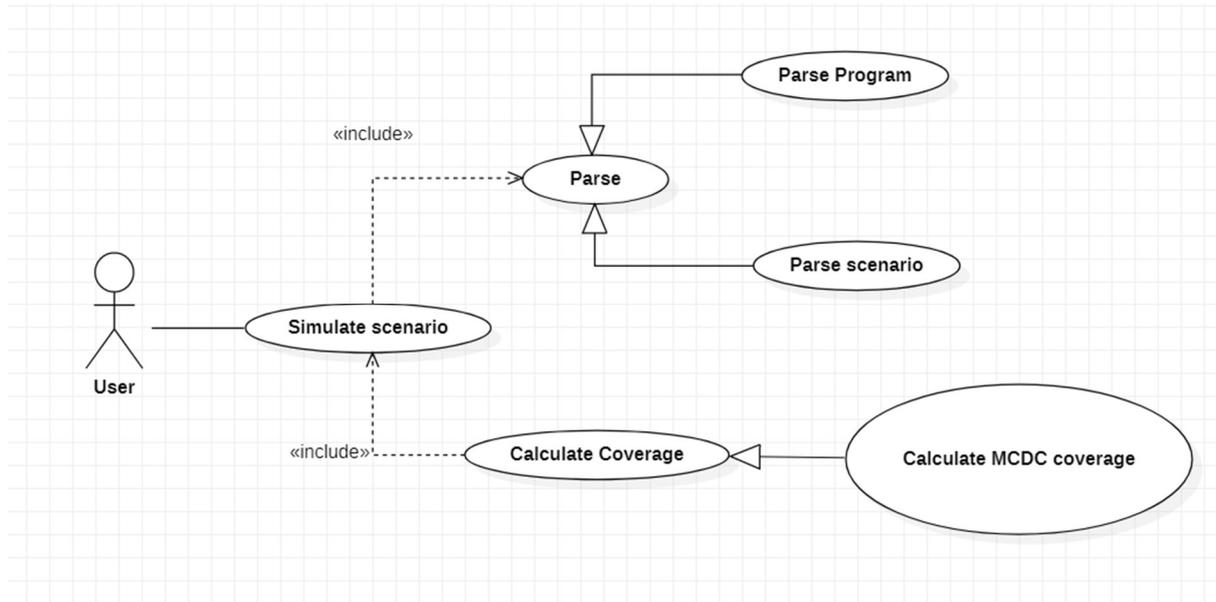
Initial step-by-step description :

- a. 시스템은 시뮬레이션 과정 중에 커버리지 데이터를 계산한다.

Ref. : FR 4.1

#### 2.2.4.3. Use case : Calculate MC/DC coverage

Diagram :



Brief description : 시뮬레이션 진행 도중에 나온 데이터들을 조합하여 MC/DC Coverage를 계산한다.

Initial step-by-step description :

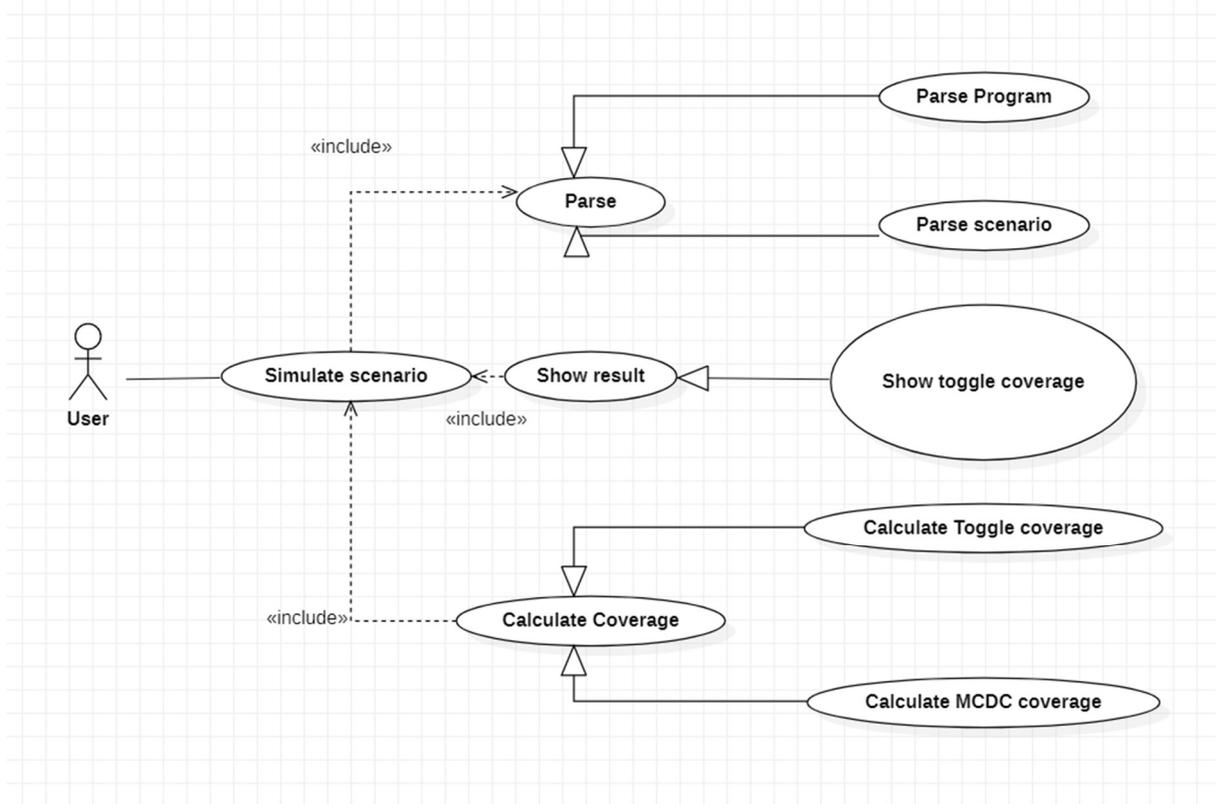
- b. 시스템은 시뮬레이션 과정 중에 커버리지 데이터를 계산한다.

Ref. : FR 4.1

## 2.2.5. Result use case

### 2.2.5.1. Use case : Show toggle coverage result

Diagram :



Brief description : 세대 별 MC/DC 커버리지 달성률과 최종 결과를 보여준다.

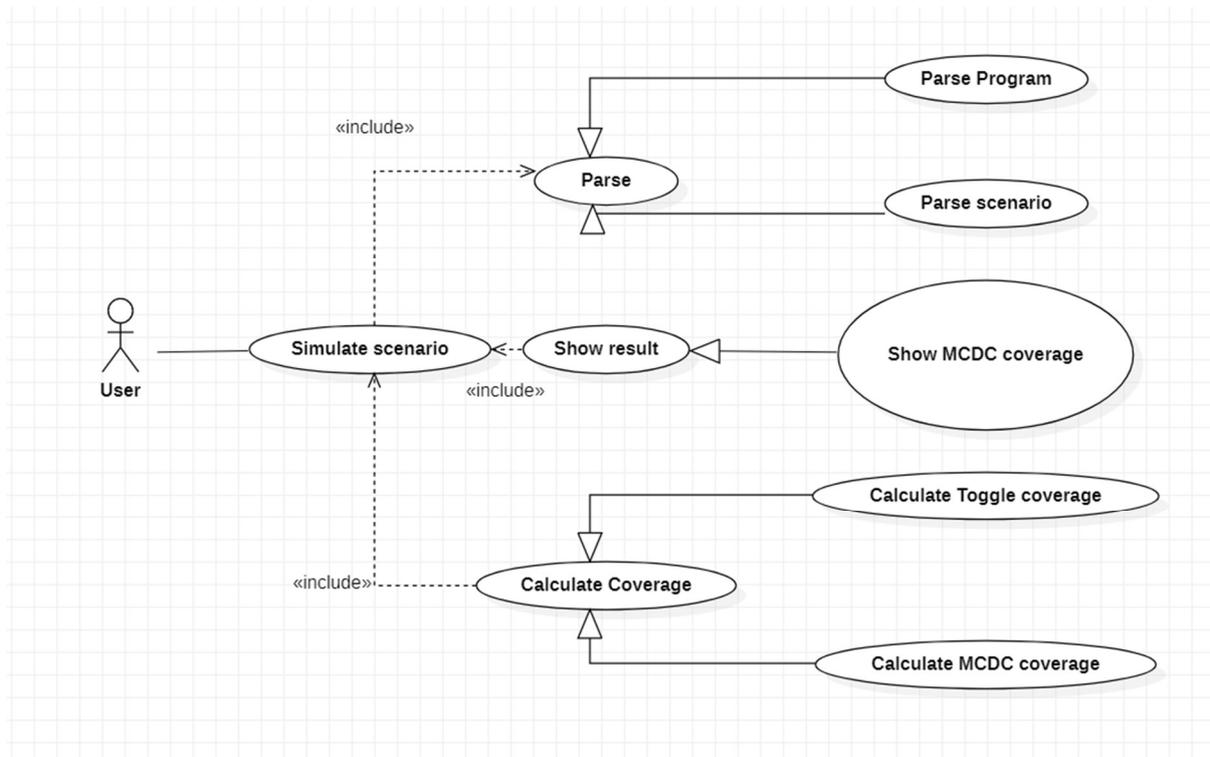
Initial step-by-step description :

- a. 시스템은 사용자가 최초 랜덤생성한 시나리오와 타겟 프로그램에 대하여 학습을 진행한다.
- b. 시스템은 커버리지 달성률을 달성한 이 후 Toggle coverage 결과를 화면에 보여준다.

Ref. : FR 5.1

### 2.2.5.2. Use case : Show MC/DC coverage result

Diagram :



Brief description : 세대 별 MC/DC 커버리지 달성률과 최종 결과를 보여준다.

Initial step-by-step description :

- a. 시스템은 사용자가 최초 랜덤생성한 시나리오와 타겟 프로그램에 대하여 학습을 진행한다.
- b. 시스템은 커버리지 달성률을 달성한 이 후 MC/DC coverage 결과를 화면에 보여준다.

Ref. : FR 5.1

## 2.3. Non-functional requirements

### 2.3.1. Performance

2.3.1.1. 커버리지 개선 : Toggle 및 MC/DC Coverage를 95% 이상 달성하도록 한다.

2.3.2. Usability

2.3.2.1. GUI의 개선 : 사용자의 편의성을 높여 분석 결과가 한 눈에 보이도록 GUI를 개선한다,

2.3.3. Interoperability

2.3.3.1. 기존 프로그램(NuDE)과의 호환성 : JAVA언어로 Improved Scenario Generator를 구현한다.

2.3.3.2. JAVA와의 호환성 : JAVA와의 호환성이 높은 Tensorflow Library를 사용하여 학습모델을 구현한다.

2.4. User characteristics

시스템의 유저는 개발된 프로그램에 대한 기본적인 이해를 필요로 한다.

2.4.1. FBD의 경로를 찾을 수 있어야 한다.

2.4.2. 최초 scenario를 생성할 수 있어야 한다.

2.4.3. simulation 등을 동작 하는데 필요한 버튼을 알아야한다.

2.4.4. simulation의 결과로 나온 structural coverage를 이해할 수 있어야 한다.

2.5. Constraints

2.5.1. NuDE가 설치된 환경에서 구현되어야 한다.

2.5.2. 실험실에서 주어진 Laptop hardware 환경에서 돌아가도록 구현되어야 한다.

3. Specific requirements

3.1. External interface requirements

3.1.1. User interfaces

Front-end software : Eclipse 4.15.0 - JAVA

3.1.2. Hardware interfaces

Windows

3.1.3. Software interfaces

Operating system : 사용자에게 친숙하고 현재 개발환경에 잘 맞춰져 있는 Windows를 사용한다.

Eclipse : JAVA언어를 사용하기에 좋은 .Eclipse를 사용한다.

3.2. Functional requirements

### 3.2.1. 시나리오의 생성

#### 3.2.1.1. 시나리오의 생성 :

Use Case Name	Generate scenario
Actor	System
Type	Hidden
Precondition	모델을 거쳐서 시나리오 생성에 필요한 데이터들이 만들어 져야 한다.
Basic Path	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. System은 Model을 통해 시나리오 생성에 필요한 데이터를 만들어 낸다.</li> <li>2. System은 나온 데이터들을 바탕으로 Generator를 통해 시나리오를 생성한다.</li> </ol>
Alternative Paths	n/a.
Exception Paths	n/a
Ref	FR 1.1

#### 3.2.1.2. 최초 시나리오 생성 :

Use Case Name	Generate first scenario
Actor	User
Type	Evident
Precondition	타겟 FBD 프로그램이 있어야 한다.
Basic Path	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. User는 타겟 FBD 프로그램의 경로를 찾아 등록한다.</li> <li>2. User는 generate 버튼을 누른다.</li> <li>3. System은 Random Scenario Generator를 통해 최초 시나리오를 랜덤생성하여 저장한다.</li> </ol>
Alternative Paths	n/a

Exception Paths	n/a
Ref	FR 1.2

3.2.1.3. 시나리오의 삭제 :

Use Case Name	Delete scenario
Actor	System
Type	Hidden
Precondition	학습이 진행 중이어야 한다.
Basic Path	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. System은 모델에 사용된 시나리오가 더 이상 사용하지 않아도 괜찮은지 아닌지를 판별한다.</li> <li>2. System은 판별되어 삭제해도 무방한 시나리오를 삭제한다.</li> </ol>
Alternative Paths	n/a
Exception Paths	Line2. 만약 아직 삭제하면 안되는 시나리오 데이터일 경우에는 삭제하지 않는다.
Ref	FR 1.3

3.2.2. 학습하기

3.2.2.1. 모델의 학습

Use Case Name	Enforcement training
Actor	System
Type	Hidden
Precondition	학습에 필요한 데이터들이 전부 준비된 상태여야 한다.
Basic Path	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. System은 parsing되어 들어온 데이터들을 기반으로 training을 진행한다.</li> <li>2. System은 Coverage달성률을</li> </ol>

	높이는 방향으로 모델을 update한다.
Alternative Paths	n/a
Exception Paths	n/a
Ref	FR 2.1

### 3.2.3. 파싱하기

#### 3.2.3.1. 프로그램의 파싱 :

Use Case Name	Parse program
Actor	System
Type	Hidden
Precondition	User가 Generate first scenario 를 통해 System에게 시나리오 생성을 요청한 상태여야 한다.
Basic Path	1. System은 최초 시나리오 작성을 위해서 FBD 프로그램을 parsing한다.
Alternative Paths	Line1. parsing된 프로그램은 차후 Enforcement training에서도 재활용 된다.
Exception Paths	n/a
Ref	FR 3.1

#### 3.2.3.2. 시나리오의 파싱 :

Use Case Name	Parse scenario
Actor	System
Type	Hidden
Precondition	parsing하기 위한 시나리오 데이터들이 존재해야 한다.

<b>Basic Path</b>	1. System은 최초 생성된 시나리오 또는 중간 생성된 시나리오를 모델의 인풋에 맞게 parsing한다.
<b>Alternative Paths</b>	n/a
<b>Exception Paths</b>	n/a
<b>Ref</b>	FR 3.2

### 3.2.4. 시뮬레이션

#### 3.2.4.1. 시뮬레이션하기 :

<b>Use Case Name</b>	Simulate scenario
<b>Actor</b>	User
<b>Type</b>	Evident
<b>Precondition</b>	시뮬레이션 하기 위한 시나리오 데이터가 parsing되어 있어야 한다.
<b>Basic Path</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. User는 최초 생성된 시나리오의 경로를 입력한다.</li> <li>2. User는 simulate 버튼을 누른다.</li> <li>3. System은 시나리오로 simulation을 진행한다.</li> <li>4. 해당 과정은 커버리지 95%가 달성될 때까지 반복된다.</li> </ol>
<b>Alternative Paths</b>	n/a
<b>Exception Paths</b>	Line 3. 만약 커버리지 95%를 달성했다면, Show toggle coverage result와 Show MC/DC coverage result 부분으로 넘어간다.
<b>Ref</b>	FR 4.1

#### 3.2.4.2. Toggle 커버리지 계산

<b>Use Case Name</b>	Calculate toggle coverage
----------------------	---------------------------

Actor	System
Type	Hidden
Precondition	시나리오를 Simulate하는 과정에 있어야 한다.
Basic Path	1. System은 simulation 하는 과정 도중에 coverage를 계산하여 model의 인풋 값으로 넘겨준다.
Alternative Paths	n/a
Exception Paths	n/a
Ref	FR 4.1

#### 3.2.4.3. MC/DC 커버리지 계산

Use Case Name	Calculate MC/DC coverage
Actor	System
Type	Hidden
Precondition	시나리오를 Simulate하는 과정에 있어야 한다.
Basic Path	2. System은 simulation 하는 과정 도중에 coverage를 계산하여 model의 인풋 값으로 넘겨준다.
Alternative Paths	n/a
Exception Paths	n/a
Ref	FR 4.1

#### 3.2.5. 결과 표시

##### 3.2.5.1. Toggle 커버리지 결과

Use Case Name	Show toggle coverage result
Actor	System
Type	Hidden

<b>Precondition</b>	System은 학습이 끝나있어야 한다. System의 계산 결과 Toggle coverage가 95%이상 이어야 한다.
<b>Basic Path</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. System은 계산한 toggle Coverage의 결과를 가져온다.</li> <li>2. 가져온 toggle Coverage의 결과를 시스템의 GUI에 맞춰 표현한다.</li> </ol>
<b>Alternative Paths</b>	n/a
<b>Exception Paths</b>	n/a
<b>Ref</b>	FR 5.1

### 3.2.5.2. MC/DC 커버리지 결과

<b>Use Case Name</b>	Show MC/DC coverage result
<b>Actor</b>	System
<b>Type</b>	Hidden
<b>Precondition</b>	System은 학습이 끝나있어야 한다. System의 계산 결과 MC/DC coverage가 95%이상 이어야 한다.
<b>Basic Path</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. System은 계산한 MC/DC Coverage의 결과를 가져온다.</li> <li>2. 가져온 MC/DC Coverage의 결과를 시스템의 GUI에 맞춰 표현한다.</li> </ol>
<b>Alternative Paths</b>	n/a
<b>Exception Paths</b>	n/a
<b>Ref</b>	FR 5.1

## 3.3. Non-Functional Requirement

### 3.3.1. Performance

<b>Requirement</b>	Description
--------------------	-------------

NFR1	Target FBD 프로그램에 대한 MC/DC 커버리지를 95% 이상 달성하도록 한다.
NFR2	Target FBD 프로그램에 대한 Toggle 커버리지를 95% 이상 달성하도록 한다.

### 3.3.2. Usability

Requirement	Description
NFR3	사용자가 프로그램 사용시에 편의성을 높여주기 위해 Coverage에 대한 분석 결과가 한번에 보일 수 있도록 GUI를 개선한다

### 3.3.3. Interoperability

Requirement	Description
NFR4	기존 NuDE 프로그램과의 호환성을 위해 JAVA 베이스로 짜여진 Improved Scenario Generator를 구현한다.
NFR5	JAVA와 호환성이 높은 머신러닝 Library인 Tensorflow를 사용하여 학습모델을 구현한다.