

FIT

임베디드 소프트웨어 테스트 도구

SURESOFT

TABLE OF CONTENTS

Why FIT	3p
Needs	4p
Solution	5p
Features	6p
Specification	11p
References	12p

FIT

FIT(에프아이티)는 임베디드 소프트웨어 테스트를 수행하는 시스템 검증 자동화 도구로, 임베디드SW테스트를 중심으로 결함주입시험, 요구사항기반검증 기능을 제공합니다.

핵심경쟁력
(차별점/강점)

결함주입 시험



요구사항 기반 검증



No-Rebuild



Runtime



AS-IS

- 1 Debugger T32 지원
- 2 XCP 장비 P-CAN, CANoe 지원
- 3 Error Protection 시험 수동 지원



To-BE

- 1 지원 Debugger 확대
- 2 지원 CAN 장비 확대(ETAS)
- 3 Error Protection 시험 자동화 기능

차별점

Cost	Productivity	Quick Set Up	Customizing
저비용 임베디드 SW 시험 - 낮은 HW 고장 위험 - 별도의 HW 결함주입 장치 불필요	생성한 테스트 케이스 자동 수행을 통한 임베디드SW시험 자동화 - 테스트 효율 및 생산성 향상	런타임 임베디드 SW 시험 - 테스트 케이스별 탐침 소스관리 불필요 - 테스트 케이스별 타겟 빌드 불필요	고객사별 타겟 포팅 및 도구 커스터마이징 (별도 협의)

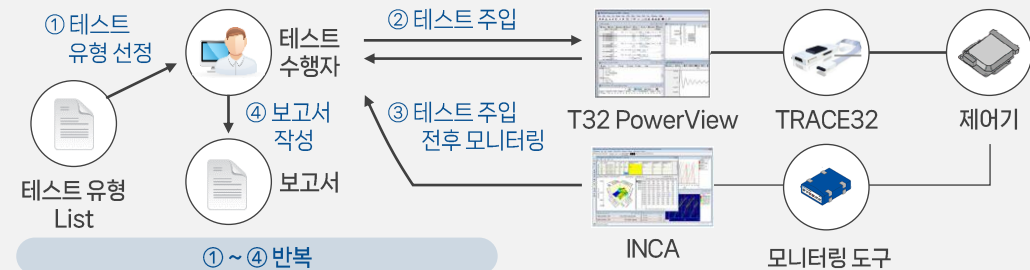
기대효과

FIT

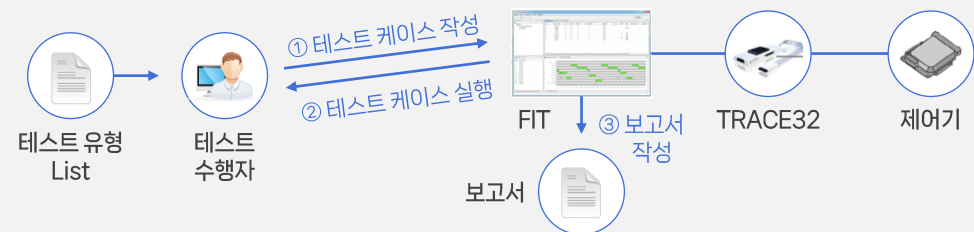


- 01 ISO26262 기준 임베디드SW시험 만족
- 02 코드 수정 없이 임베디드SW시험 가능
- 03 임베디드SW시험 자동화에 따른 비용 및 시간 절감
- 05 HW 고장 상태 모사 시험 가능
- 06 HILS 연동 SW 결함 주입 시험

도구 도입 전 : 수작업에 의한 테스트



도구 도입 후 : 테스트 자동화



결함에 대한 시스템 영향 평가 및 SW 안전 기능 검증

- 도요타 ETCS 고장 관련 배상 사례 ▶ 일반적인 기능 시험으로 검증되기 어려운 안전 기능 검증 필요
- 자동차 기능 안전 국제 표준 ISO26262 기준 ASIL B 이상 결함 주입 시험 요구 (ISO26262-4,5,6)

ISO 26262 결함 주입 시험

Table 4 – Correctness of implementation of system design specification and technical safety requirements (ISO26262-4)

Methods		ASIL				
		A	B	C	D	
1a	Requirements-based test ^a	++	++	++	++	o No Recommended + Recommended ++ Highly recommended
1b	Fault injection test ^b	+	++	++	++	
1c	Back-to-back test ^c	+	+	++	++	

A fault injection test uses special means to introduce faults into the test object during runtime. This can be done within the software via a special interface or specially prepared hardware. The method is often used to improve the test coverage of the safety requirements, because during normal operation safety mechanisms are not invoked.

타겟 실행 중 별도의 수단을 통해 오류 주입 필요

시스템에 적용된 안전 메커니즘의 정상 동작 여부를 검증하기 위한 시험

도요타 ETCS 고장 급발진 상황 재현



임베디드 소프트웨어 기능안전 요구사항 검증

- 임베디드 SW가 대상 환경에서 소프트웨어 기능안전 요구사항을 충족하는지 확인
- 적절한 시험 환경에서 요구사항 기반 시험을 통해 예상된 결과에 부합하고 요구사항 커버리지 달성 여부 확인 필요

ISO 26262 요구사항 기반 검증

Table 14 — Methods for tests of the embedded software

Methods		ASIL			
		A	B	C	D
1a	Requirements-based test	++	++	++	++
1b	Fault injection test ^a	+	+	+	++

^a In the context of software testing, fault injection test means to introduce faults into the software by means of e.g. corrupting calibration parameters.

임베디드 SW 시험 환경에서 요구사항 커버리지 달성 여부 확인을 위한 검증

임베디드 SW를 대상으로 하는 시험환경 구축

HIL 장비없이 구축가능,
양산 단계 대비
XCPInterface 제공

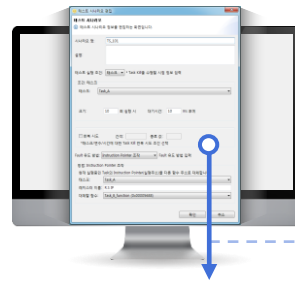


임베디드 SW 검증 시험 자동화 도구

- 생성된 테스트 케이스에 따라 결함주입 혹은 임베디드SW 검증 기능 동작 후 요구사항이 만족되는지 판정

01

테스트
케이스
생성 및 실행

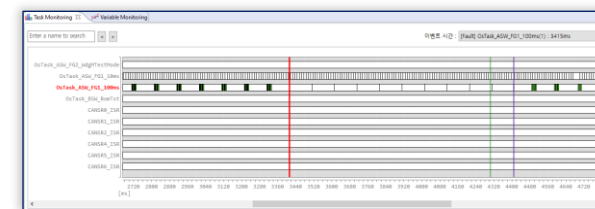


테스트
케이스에 의한
결함주입/
임베디드
SW검증



02

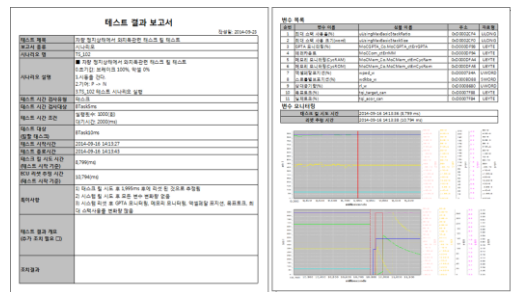
태스크
모니터링



- 태스크 스케줄링 현황 그래프 출력
- 이벤트 발생 (결함주입/임베디드 SW 검증) 및 결과 판정 시점 모니터링

04

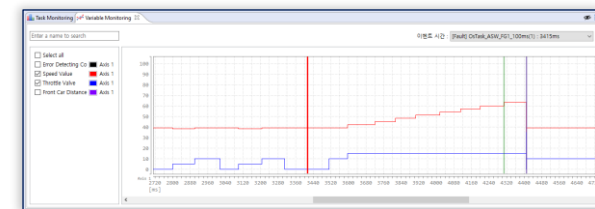
보고서
자동 생성



- 테스트 결과 보고서 자동 생성 및 엑셀 파일 저장

03

변수
모니터링



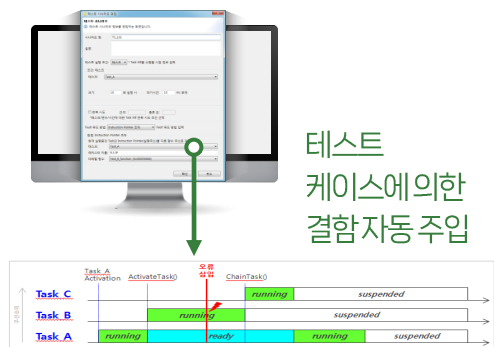
- 변수 값 변화 그래프 출력
- 이벤트 발생 (결함주입/임베디드 SW 검증) 및 결과 판정 시점 모니터링

결함주입시험

- 테스트 케이스에 따라 실행 시간 인위적인 결함을 발생시키고 안전 요구 사항이 만족되었는지 판정

결함주입 검증 기능

테스트 케이스 관리 및 실행

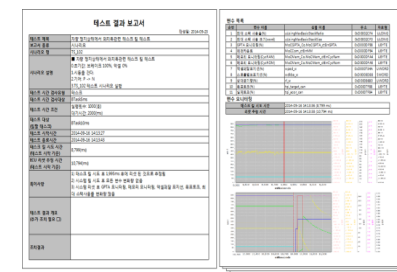


태스크 및 변수 모니터링



태스크 스케줄링 현황 및 변수값 그래프 출력

보고서 자동 생성

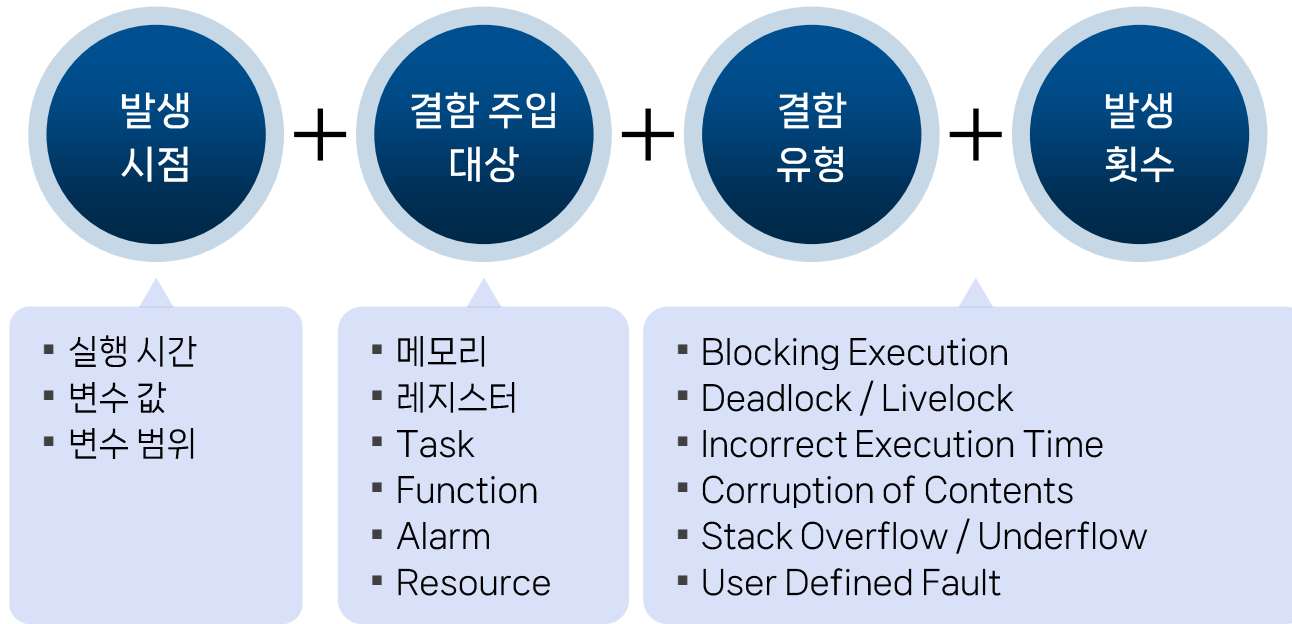


테스트 결과 보고서 자동 생성 및 엑셀파일 저장

결함 주입 환경



기능 안전 표준에 근거한 SW 결함 유형별 테스트 케이스 생성



<테스트 케이스 생성 위자드>

The screenshot shows the 'Edit test case' window with the following details:

- Test name**: JTC - SWProject_Reset - 0002
- Test description**: (Empty text area)
- Fault Injection Scenario Settings**: Set up a fault injection scenario by adding/editing prior conditions and faults. [Add Preprocess] is enabled with HILS interlinked status.
- Fault List Table**:

No.	Type	Content
1	Fault	Task Overrun, Task, Insert delay
- Buttons**: Add Preprocess, Add Fault, Edit, Delete, Up, Down, < Back, Next >, Finish, Cancel.

테스트 자동화



지원하는 결함 유형 10가지

No.	결함 모드	주입 대상	결함 주입 방법 상세
1	실행 중단	Task, Function	Task, Function 실행 도중 종료되도록 결함 주입
		Alarm	Alarm에 의해 주기적으로 실행되는 Task를 실행되지 않도록 방해
2	Deadlock	Resource	Resource의 정보를 조작하여 Resource를 이용하는 Task들의 교착 상태 유발
3	잘못된 실행 시간	Task, Function	Task, Function 실행 도중 주입 시간 만큼 지연시킴
		Alarm	Alarm에 의해 주기적으로 실행되는 Task 실행 주기 조작
4	Stackoverflow	Stack Fill Pattern	실행중인 Task의 Stack Zone의 Fill Pattern 변경
		Stack Pointer	실행중인 Task의 StackPoint 값을 조작
5	메모리 값 오류	변수 심볼	특정 변수 값을 임의의 값으로 변경시킴 (범위 내 또는 이를 벗어난 값)
		메모리 임의 주소	정의되지 않은 영역의 메모리 오염
6	User Define	사용자 정의	사용자가 필요한 결함을 만들어 함수화하여 등록하고 필요한 위치에 결함 함수 호출

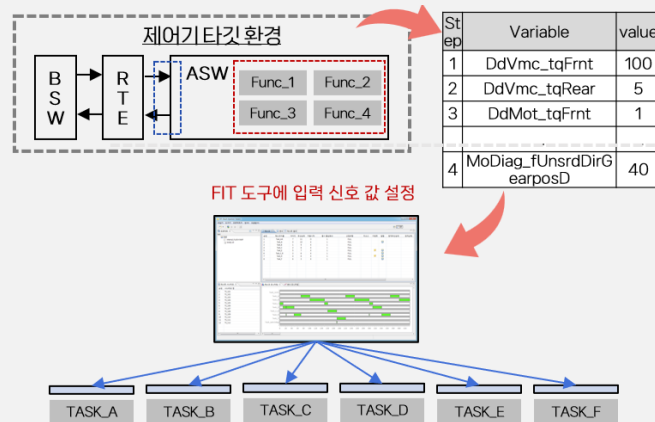
임베디드 SW 시험

- 임베디드 SW가 대상 환경에서 소프트웨어 요구사항을 충족하는지 확인

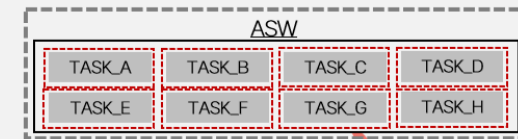
다수의 입력신호 설정

- 입력 신호 대응 변수 설정

요구사항 기반 검증에 필요한 Input 신호의 값 설정기능



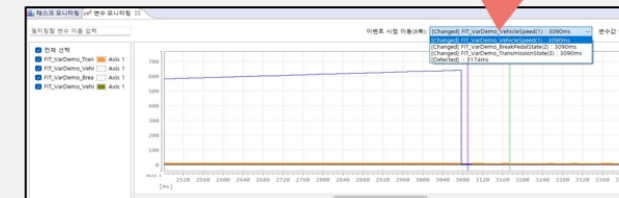
출력 신호 및 내부 로직 모니터링



ASW 전역 변수 List

TASK	Variable
A	DdVmc_tqFrnt
B	DdVmc_tqRear
C	DdMot_tqFrnt
..	...
H	MoDiag_fUnsrdDirGearposD

FIT 변수 모니터링



임베디드 SW 검증 환경



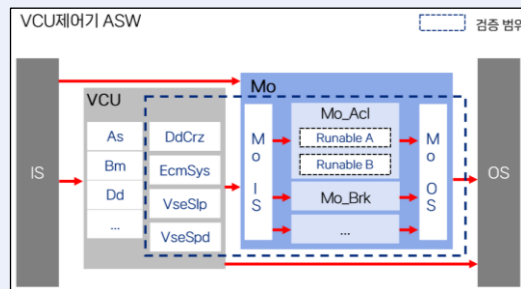
임베디드 SW 시험

- 설계가 완료된 테스트케이스를 대상으로 시험 수행 후 기대 출력과 실제 출력 비교
- XCP 를 이용하여 양산 단계 지원 가능

FIT-TC 개발

[시험 자동화 TC 관리]

제어기 ASW 분석 후 요구사항 기반의
시나리오 및 테스트케이스 설계



time	input	input	input	expected	output
	ABS_ON_OFF_SW	WHEEL_SPEED	VEHICLE_SPEED	BRAKE_LOCKING	BRAKE_LOCKING
0	1	65535	3	0	0
0.148	1	65535	3	0	0
0.296	0	0	2	0	0
0.444	0	1	0	0	0
0.592	0	1	0	0	0
0.74	1	2	65535	0	1
0.888	1	3	1	0	1
1.036	0	4	4	0	0
1.184	0	4	4	0	0
1.332	0	3	65535	0	0
1.48	1	0	4	0	0
1.628	1	1	0	0	1
1.776	1	1	0	0	1

임베디드 SW 시험 수행

[임베디드 SW 검증시험 자동화]

FIT-TC Import XCP를 통한
입/출력 값 설정
FIT를 이용한 자동화 진행



임베디드 시험 결과 분석

[시험 결과 도출]

입/출력 값 모니터링을 통해
출력값 일치 여부 확인



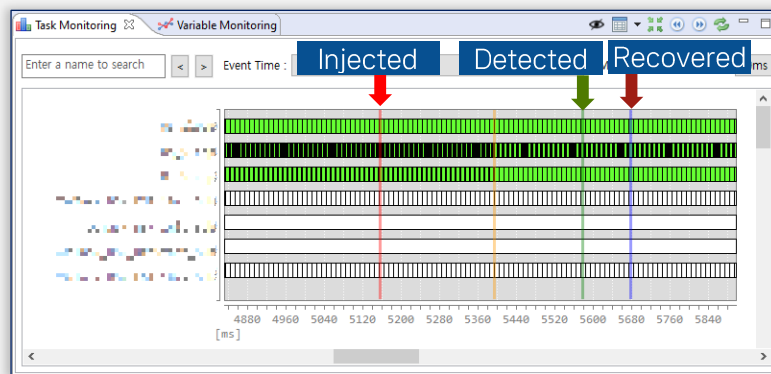
모니터링

유형	검사대상	조건	값 유지 시간	추가...
Range	FIT_VarDemo_VehicleG...	Value=2	0	삭제

기대 출력 값 비교 판정

태스크 스케줄링 상태 모니터링

- 태스크 스케줄링 상태 그래프 출력
- 결함 주입, 검출 / 복구 판정 시점 모니터링



Add the detecting method of fault.
Please click the button [OK].

Detection method: Bit value check

Address(hex): 0x0002580

Size(Byte): 4

Type: 8bit

7 6 5 4 3 2 1 0

OK Cancel

감지 판정 방법

- 값
- 범위
- 비트 값 체크

Fault detection judgment conditions

Method	Target	Detection judgment condition
Value	Address:0x0002540	Value:11
Range	Address:0x0002580	Range: 10~15
Bit	Address:0x0002670	Bit value check

Join Conditions: ☐ AND ☒ OR Time allowed: 5000 ms

Add Edit Delete

Detection Condition

Fault recovery judgment conditions

Method	Target	Recovery judgment condition
Value	Address:0x0002580	Value:5
Reset		Reset

Join Conditions: ☐ AND ☒ OR Time allowed: 5000 ms

Add Edit Delete

Recovery Condition

Add the recovery method of fault.
Please click the button [OK].

Method to check the recovery: Reset

Whether the reset has been: Value Range Bit value check Reset

OK Cancel

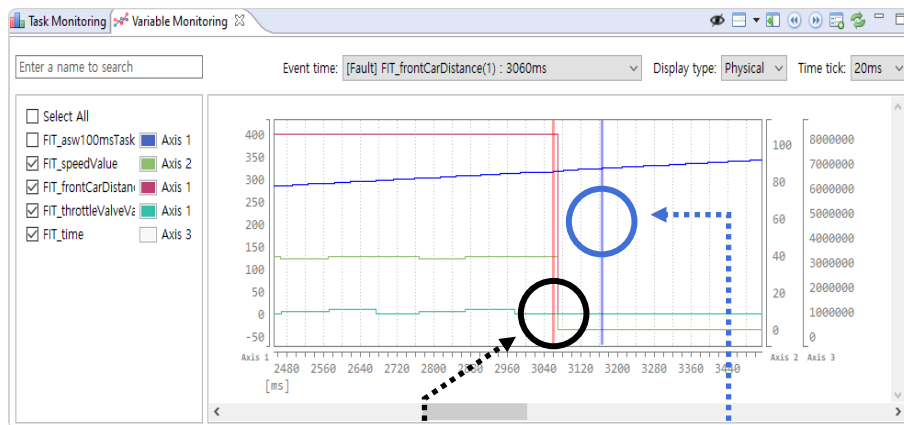
복구 판정 방법

- 값
- 범위
- 비트 값 체크
- 리셋

변수 측정 및 제어기 상태 모니터링

- 결함 주입, 검출 / 복구 판정 시점 모니터링
- 측정 대상 변수 컬러 및 축 설정
- 통합 보기 모드 및 개별 보기 모드

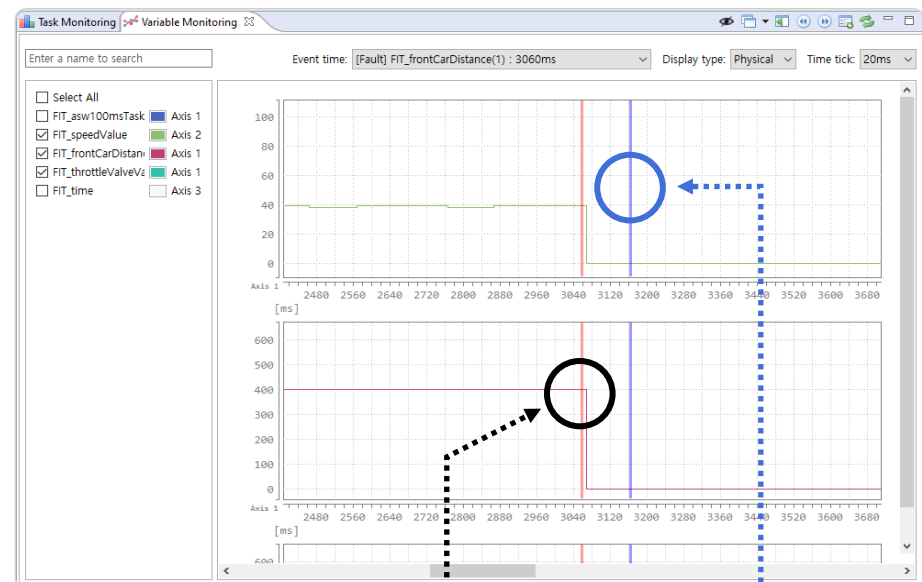
통합 보기 모드



결함 주입 시점

결함 복구 시점

개별 보기 모드



결함 주입 시점

결함 복구 시점

테스트 결과 보고서 자동 생성

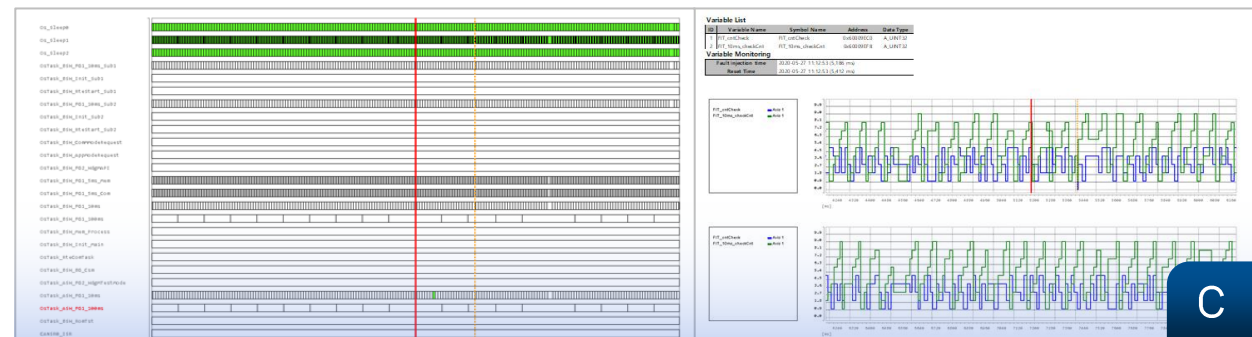
A Overview Report

B Raw Data

C Graph

Test Report		Date: 2020-05-27
Project Name	SFI-EngineIT#4	
Test Subject	SFI-EngineIT#4 - 0001	
Report Type	Scenario	
Scenario Name	SFI-EngineIT#4 - 0001	
Scenario Description		
Condition of fault injection	Elapsed Time (5,000ms)	
Test subject	Task_ASW_FG1_100ms	
Time for test execution	2020-05-27 11:12:48 ~ 2020-05-27 11:12:58	
Fault injection time (based on test start)	5,186(ms)	
ECU Reset Time (Start time basis)	5,412(ms)	
Detected the fault?	-	
Recovered the fault?	Pass	
Remark	SW reset performed within 226ms after injection of fault [Injected Fault] 1. Fault: Task Termination - Manipulating Program Counter	
Overview of Test Results (Additional action is required)		
Treatment		

measuringTime	measuringTime (micro sec)	FIT_cntCheck	FIT_10ms_checkCnt
2020-05-27 11:12:49.358	1187559	2.0	6.0
2020-05-27 11:12:49.373	1202545	5.0	7.0
2020-05-27 11:12:49.388	1217560	3.0	8.0
2020-05-27 11:12:49.403	1232545	2.0	1.0
2020-05-27 11:12:49.423	1252513	5.0	3.0
2020-05-27 11:12:49.438	1267560	3.0	5.0
2020-05-27 11:12:49.453	1282650	2.0	6.0
2020-05-27 11:12:49.473	1302513	4.0	8.0
2020-05-27 11:12:49.483	1312545	3.0	9.0
2020-05-27 11:12:49.503	1332513	2.0	2.0
2020-05-27 11:12:49.523	1352513	5.0	4.0
2020-05-27 11:12:49.533	1362545	3.0	5.0
2020-05-27 11:12:49.553	1382513	5.0	7.0
2020-05-27 11:12:49.563	1392545	3.0	8.0
2020-05-27 11:12:49.581	1410015	1.0	1.0
2020-05-27 11:12:49.593	1422545	4.0	2.0
2020-05-27 11:12:49.611	1440015	2.0	3.0
2020-05-27 11:12:49.623	1452545	1.0	5.0
2020-05-27 11:12:49.643	1472513	4.0	7.0
2020-05-27 11:12:49.656	1485012	2.0	8.0
2020-05-27 11:12:49.671	1500015	5.0	1.0
2020-05-27 11:12:49.683	1512545	3.0	2.0
2020-05-27 11:12:49.703	1532545	1.0	4.0
2020-05-27 11:12:49.718	1547560	4.0	8.0
2020-05-27 11:12:49.763	1592545	3.0	1.0
2020-05-27 11:12:49.783	1612545	3.0	3.0
2020-05-27 11:12:49.802	1631273	1.0	5.0
2020-05-27 11:12:49.813	1642545	4.0	6.0
2020-05-27 11:12:49.833	1662545	2.0	8.0
2020-05-27 11:12:49.848	1677559	4.0	3.0
2020-05-27 11:12:49.883	1712545	2.0	4.0
2020-05-27 11:12:49.901	1730015	5.0	5.0
2020-05-27 11:12:49.913	1742545	3.0	7.0
2020-05-27 11:12:49.928	1757559	1.0	8.0
2020-05-27 11:12:49.943	1772545	4.0	1.0
2020-05-27 11:12:49.958	1787560	2.0	3.0
2020-05-27 11:12:49.973	1802545	1.0	4.0
2020-05-27 11:12:49.993	1822513	4.0	6.0
2020-05-27 11:12:50.003	1832545	2.0	7.0
2020-05-27 11:12:50.023	1852513	5.0	9.0



상세 환경

구분	세부 사항	
제어기	H/W	- Freescale MPC 계열 - Infineon AURIX 계열 - ARM Cortex-M 계열
	OS	- OSEK 계열 (Trampoline, ROSEK,...) - AUTOSAR 플랫폼 지원
도구 운영 환경	OS	- Windows XP 이상
	실행 환경	- JRE v1.6 이상
	지원 언어	- 한국어, 영어
	인터페이스	- JTAG Debugger (Trace32, CodeViser, Atmel-ICE..) - XCP

권장 사양

구분	CPU	RAM	HDD
도구 운영 장비 (PC)	Quad Core 2.4GHz 이상	8GB 이상	10GB 이상 여유 공간

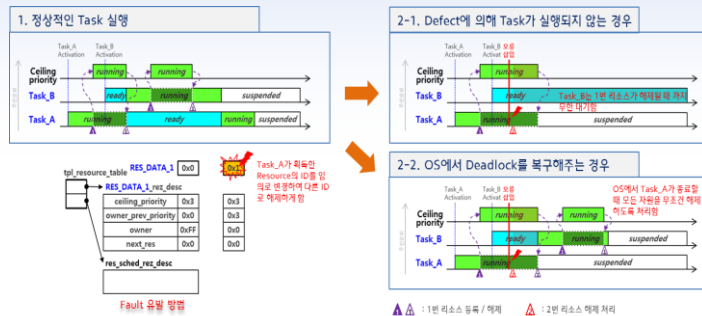


자동차 파워트레인 제어기 테스트 적용 사례

검증대상

국내 개발된 제어기를 탑재한 차량 (국산 AUTOSAR OS 탑재)

- 제어기 결함 요소를 분석하고 실제 동작 환경에서 결함을 재현하면서 제어기의 오류 복구 메커니즘을 검증



제어기 결함 가능성 분석

- 제어기 사양 및 SW 구조 분석
- 비정상 상황 유형 분석 (결함 발생 가능 요소 및 결함 유형 추출)

결함 발생 시나리오 시뮬레이션

- 결함 발생 상황 시뮬레이션 테스트
- 결함 발생 상황 시나리오 분석

제어기 단품 테스트

- 외부 연동을 배제한 독립적인 제어기 동작 환경에서 SW 기본 동작 확인
- 제어기 내 각 SW 구성 요소에 대한 결함 주입 및 오류 복구 메커니즘 검증

HIL 테스트

- 실제 차량과 유사한 시뮬레이션 환경에서 SW 동작 확인
- 시뮬레이션 동작 하에 결함 주입 및 오류 복구 메커니즘 검증

실차 테스트

- 실제 차량 운행 환경에서 제어기의 SW 동작 확인 (차량 다이노)
- 실제와 동일한 운행 환경에서 결함 주입 및 오류 복구 메커니즘 검증

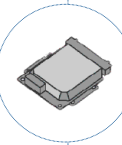
핀보드 박스



HIL



실차



솔루션 적용 사례

- 국내 완성차 제조사 7종 제어기 대상 결함 주입 시험 적용
- 제어 사양 기반 SW 결함 주입 테스트 케이스 5,000여 건 적용

고객사	과제명	년도
현대케피코	VCU 제어로직 SW 검증 기술 용역(임베디드 검증), FAW 제어기 기능안전 검증 프로젝트	2025
현대케피코	기능 안전 메커니즘 검증 2건	2024
HIPHI	제어기 결함 주입 프로젝트	2023
ADD	지상 검증 시뮬레이터 결함 주입 프로젝트	2023
현대자동차	제어기 결함 주입 프로젝트	2022
현대자동차	제어기 안전 메커니즘 검증	2021
TTA	CPS 안전 및 신뢰성 검증 체계 구축 및 실증	2021
충남대학교	위성 탑재 SW 신뢰성 검증	2020
Elektrobit	FIT PoC	2019
현대자동차	제어 SW 품질 강화를 위한 FIT 방법론 및 도구 2단계 개발	2018
전력연구원	전력 SW 안전성 확보 기술 개발	2017
현대자동차	제어 SW 결함 주입 테스트 기술 개발	2017
경신	SW 결함 주입 시범 적용	2017
현대자동차	악의적 오류 주입 기반 제어기 Fail Safe 기능 검증 툴 개발	2014

A decorative graphic consisting of numerous thin, light blue lines that flow and curve across the middle of the slide, creating a sense of motion and depth.

Thank You