



DIGITAL INDUSTRIES SOFTWARE

Siemens 자율성 도구 체인 활용

첨단 운전자 지원 시스템 및 자율주행차 기능의 테스트 및 가상 검증

요약

AV(Autonomous Vehicle, 자율주행차)를 빠르게 개발하려면 강력한 테스트 및 검증 방법으로 안전성과 신뢰성을 보장해야 합니다. 본 백서에서는 ADAS(Advanced Driver Assistance System, 첨단 운전자 지원 시스템) 및 AV 기능을 테스트하고 가상으로 검증하기 위한 Siemens Digital Industries Software의 자율성 도구 체인을 소개합니다. 이 접근 방식은 시나리오 기반 테스트, 가상 검증, SOTIF(Safety of the Intended Functionality) 표준 준수를 통합하여 AV 안전성을 종합적으로 평가합니다. UNECE(United Nations Economic Commission for Europe) 및 EU(European Union) 규정에 명시되어 있는 다층적 안전 검증 프레임워크를 기반으로 제조업체는 Siemens 도구 체인을 사용하여 효율적인 시나리오 추출, 위험 시나리오 생성, 대규모 가상 검증을 실행할 수 있습니다. Siemens는 소프트웨어 인프라 및 시나리오 생성 문제를 해결함으로써 ADAS 및 AV 시스템의 신뢰성과 안전성을 향상합니다.

Mohsen Alirezai, Alexandru Forrai, Son Tong, Tajinder Singh, Jeroen Ploeg
Siemens Digital Industries Software

목차

소개	3
시나리오 기반 테스트 및 가상 검증 도입	3
자율주행 시스템의 안전성 검증	3
보다 안전하고 효율적인 ADAS 및 AV 테스트 지원	4
시나리오 기반 테스트 및 가상 검증을 위한 Siemens 솔루션	5
요구사항 관리 및 데이터 수집	6
요구사항 관리	6
데이터 수집	6
시나리오 추출 및 생성	7
데이터 분석	7
위험 시나리오 생성	8
표준 시나리오	9
평가	10
SIL(Software-in-the-Loop) 테스트	10
HIL(Hardware-in-the-Loop) 테스트	10
결론	11
참조	11

소개

AV는 도로 안전과 효율을 개선하여 사회 발전에 기여할 엄청난 잠재력을 보유하고 있습니다. 그러나 최근의 여러 사고는 이러한 차량이 널리 보급되기 전에 안전을 보장하는 것이 필수임을 시사합니다.

상당한 발전에도 불구하고 AV를 확인하고 검증하는 과제가 해결되지 않아 일상적인 운송 시스템에 AV를 원활하게 통합하는 데 지장을 초래하고 있습니다.

시나리오 기반 테스트 및 가상 검증 도입

시나리오 기반 테스트, 가상 검증, SOTIF 표준 준수는 ADAS 및 AV를 평가하는 데 중추적인 역할을 합니다. 이러한 방법을 사용하면 광범위한 시나리오에서 철저하게 평가할 수 있으므로 광범위한 공공 도로 테스트의 필요성을 축소할 수 있습니다. 기존 검증 방법은 실제 트래픽 시나리오의 복잡성을 파악하는 데 부족하지만, 시나리오 기반 테스트 및 가상 검증은 다양한 조건에서 시스템 성능에 대한 인사이트를 제공합니다. 시나리오 기반 테스트 및 가상 검증과 함께 SOTIF를 통합함으로써 제조업체는 ADAS 및 AV 시스템의 신뢰성과 안전성을 향상하여 운송 네트워크에 빠르고 성공적으로 배포하고 통합할 수 있습니다.

자율주행 시스템의 안전성 검증

복잡성이 증가함에 따라 물리적 세계와 가상 세계 모두에서 포괄적인 차량 V&V(확인 및 검증)를 위한 새로운 개념과 테스트 방법에 근본적인 변화가 필요하며, 이는 여러 규정에 명시되어 있습니다.

2021년 2월, UNECE는 그림 1과 같이 ADS(자율주행 시스템)의 안전성을 다각도로 검증하는 프레임워크인 NATM(New Assessment/Test Method for Automated Driving)^{1, 2}을 발표했습니다.

2022년 8월, EU 집행위원회는 완전 AV의 ADS 형식 승인을 위한 통일된 절차 및 기술 사양과 관련하여 유럽 의회 및 이사회의 규정(EU) 2019/2144를 적용하기 위한 규칙을 제시하는 규정 2022/1426을 채택했습니다.^{3, 4}

7월 7일, 속도 제한 장치를 포함한 차량의 능동 안전 기능에 관한 새로운 규칙이 EU 전역에서 발효되었습니다.

GSR2(New Vehicle General Safety Regulation)⁵ 또는 규정(EU) 2019/2144는 EU 내 자동차에 대한 최소 성능 표준(형식 승인)이 업데이트되어 여러 ADAS를 추가해야 합니다.

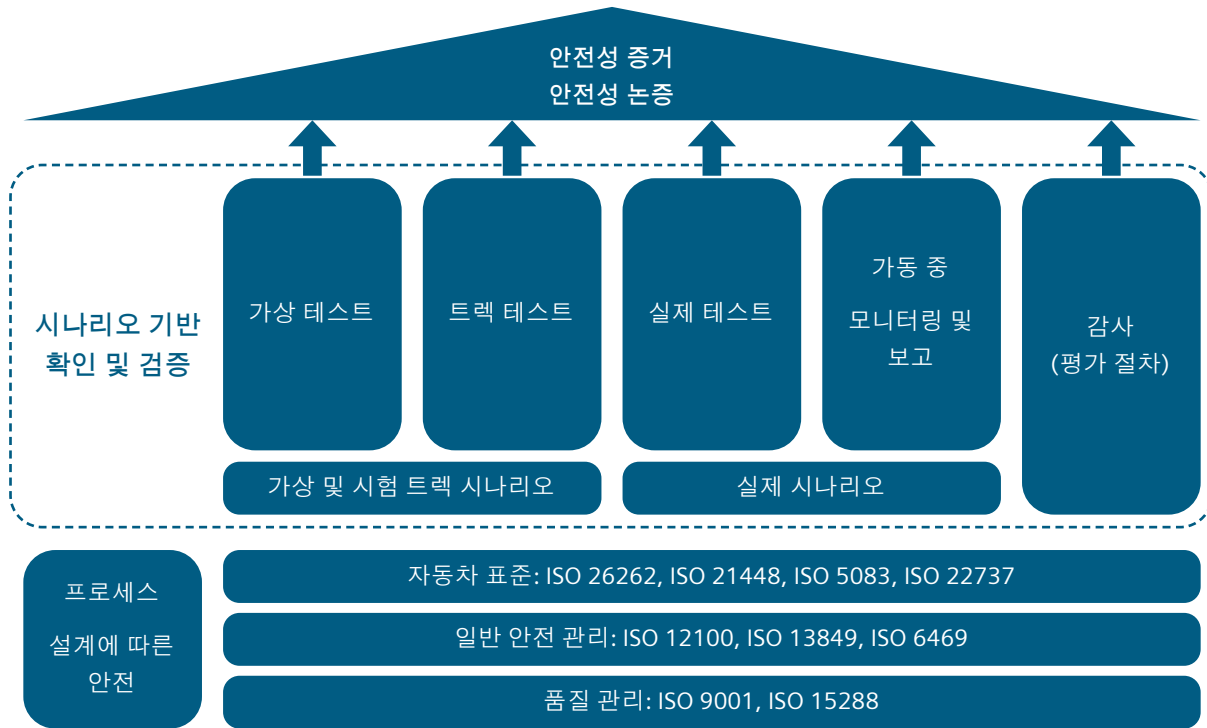


그림 1. Siemens 솔루션에서 구현하는 자율주행 시스템의 UN-ECE NATM 다층적 안전 검증

이러한 필수 시스템에는 ISA(지능형 속도 보조), AEB(자율 비상 제동), DDAW(운전자 졸음 및 주의 경고), ELKS(비상 차선 유지 시스템)가 포함됩니다.

자동화된 차량의 다층적 안전성 검증에서는 안전성 논증을 뒷받침하는 5가지 인증 핵심 요소를 지정합니다. 가상 테스트, 트랙 테스트, 실제 테스트는 시나리오에 기반하며, 가상 테스트에서 실제 테스트로 이동함에 따라 시나리오의 수는 줄어들고 시나리오의 현실감은 높아집니다.

배포 후 모니터링 및 보고 단계에서 관련 시나리오를 기록할 수 있으며, 시나리오 추출 및 시나리오 선택 후에는 가상 테스트, 시험 트랙 테스트, 실제 테스트 프로세스에 다시 피드백할 수 있습니다. 새로운 시나리오의 기록 및 추출을 통해 알려지지 않은 불안전 시나리오를 파악하고 자율주행 시스템을 지속적으로 개선할 수 있습니다.

마지막으로, EU 법률과 UNECE NATM(가동 중 모니터링 원칙 참조)은 소프트웨어 업계에서 널리 알려진 지속적인 통합 및 배포 워크플로를 도입한다는 점에 유의해야 합니다(DevOps(개발 및 운영) 참조).

보다 안전하고 효율적인 ADAS 및 AV 테스트 지원

Siemens는 국제 표준 및 법률에 부합하는 소프트웨어 도구 및 통합 도구 체인 제품군을 제공하여 포괄적인 안전 검증 워크플로를 위한 확장 가능한 솔루션을 지원합니다. 이 도구 체인은 기록된 데이터를 활용하여 알려진 안전 시나리오를 추출하고, 알려진 불안전 시나리오를 생성하고, 알려지지 않은 불안전 시나리오를 식별하여 효율적으로 자동화된 시나리오를 생성합니다. Siemens는 소프트웨어 인프라 및 시나리오 생성 측면을 해결함으로써 검증 프로세스를 간소화하고 ADAS 및 AV 시스템의 잠재적 안전 위험을 완화하는 데 크게 기여합니다.

시나리오 기반 테스트 및 가상 검증을 위한 Siemens 솔루션

Siemens는 광범위한 시나리오 데이터베이스를 체계적으로 컴파일하고, MIL(Model-in-the-Loop), SIL(Software-in-the-Loop) 및 HIL(Hardware-in-the-Loop) 테스트 플랫폼의 조합을 사용하여 AV 스택을 효과적이고 안정적으로 평가하고, 시험 결과 또는 새로운 요구사항을 기반으로 V&V(확인 및 검증) 프로세스를 반복하도록 설계된 최첨단 도구 체인을 제공합니다.

도구 체인은 세 가지 주요 단계로 구성됩니다.

요구사항 관리 및 데이터 수집 - 요구사항은 ODD(Operational Design Domain), DDT(Dynamic Driving Tasks), 해당 규정 및 표준을 기반으로 수집됩니다. Siemens 요구사항 관리 도구를 활용하면 V&V(확인 및 검증) 프로세스에서 새로운 요구사항을 추적 가능하고 유연하게 통합할 수 있습니다. ODD에서 데이터 수집을 통해 ODD에 고유한 행위자 동작 또는 패턴을 파악합니다. Siemens는 센서 설정, 데이터 기록, 데이터 처리를 위한 엔지니어링 서비스를 제공합니다.

시나리오 추출 및 생성 - Simcenter™ Autonomy Data Analysis(자율 데이터 해석) 솔루션과 특허받은 CSC(Critical Scenario Creation) 워크플로 등의 Siemens 도구 체인을 사용하면 SOTIF에 따라 모든 범주의 시나리오를 추출할 수 있습니다. Simcenter는 소프트웨어, 하드웨어, 서비스로 구성된 Siemens Xcelerator 비즈니스 플랫폼의 일부입니다. Simcenter Autonomy Data Analysis를 활용하여 데이터를 분석하고, 알려진 시나리오 유형을 추출하고, 안전 임계값을 적용하여 안전한 거동과 불안정한 거동을 정의할 수 있습니다. 특허받은 위험 시나리오 생성 도구는 기록된 데이터에 대한 검색 공간을 정의합니다. 그런 다음 최적화 기반 접근 방식은 중요도와 신규성을 기반으로 알려진 불안전 시나리오와 알려지지 않은 불안전 시나리오를 체계적으로 식별합니다.

평가 - Siemens 물리 기반 시뮬레이터인 Simcenter Prescan 소프트웨어를 사용하여 표준 및 규정의 관련 프로토콜 시나리오와 함께 추출된 시나리오를 기반으로 AV의 대규모 가상 검증을 수행할 수 있습니다. Siemens의 HIL 테스트 베드 제품을 통해 그 결과의 신뢰성이 더 향상되었습니다.

요구사항 관리 및 데이터 수집

기록 계획을 설정하고 정의하기 위한 요구사항은 ADAS 및 AV 시스템의 안전성을 평가하는 첫 번째 단계입니다.

요구사항 관리

ADS 개발은 ODD 및 DDT를 정의하거나 설명하는 것으로 시작됩니다. 다음으로, 적용 가능한 규정과 국제 표준을 수집하고 자율주행 시스템의 요구사항 정의를 시작합니다. 요구사항은 안전, 시스템, 하드웨어, 소프트웨어, 사용자 등과 같은 범주로 그룹화됩니다. 개발 프로세스 중에 기존 요구사항이 자주 변경될 수 있고 새로운 요구사항이 정의되므로 반드시 요구사항 관리 도구를 사용해야 합니다. Siemens는 Siemens Xcelerator 비즈니스 플랫폼의 일부이기도 한 Polarion™ 포트폴리오와 같은 소프트웨어 도구를 사용하여

요구사항 관리를 지원합니다. 추적 가능성은 제품 라이프사이클의 아티팩트, 테스트 실행 및 기타 모든 단계에 대한 요구사항을 종추적할 수 있는 기능을 의미하며, 대부분의 경우 이러한 기능은 필수입니다(그림 2 참조).

데이터 수집

계측 차량, 정적 드론 영상 또는 인프라 탑재 센서를 사용하여 ODD 및 개별 장면에 대한 데이터를 수집할 수 있습니다. Siemens는 포괄적 센서 설정을 통해 실제 시나리오를 기록하도록 지원할 수 있습니다.

수집된 데이터에는 노이즈, 감지 누락, 폐색 등으로 인한 오류가 포함될 수 있습니다. 따라서 전체 궤적을 추출하고 측정 노이즈를 제거하려면 일부 데이터 처리가 필요합니다.

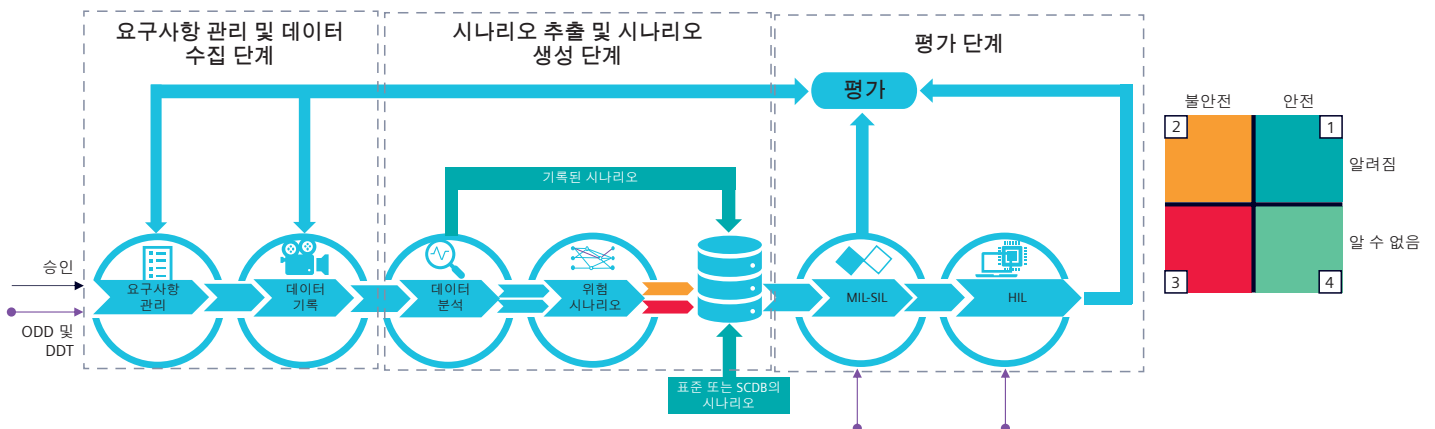


그림 2. SOTIF 시나리오(오른쪽)와 ADAS/AV 시스템의 V&V(확인 및 검증)를 위한 Siemens 자율성 도구 체인(왼쪽) 녹색 화살표는 알려진 안전 시나리오를 나타내고 주황색 및 빨간색 화살표는 각각 알려진 불안전 시나리오와 알려지지 않은 불안전 시나리오를 나타냅니다. 자주색 화살표는 다양한 도구에 대한 ODD 및 DDT의 입력을 나타냅니다.

시나리오 추출 및 생성

Simcenter Autonomy Data Analysis 및 CSC가 포함된 Siemens 도구 체인을 사용하면 SOTIF 요구사항에 따라 모든 범주의 시나리오를 쉽게 추출할 수 있습니다.

데이터 분석

Simcenter Autonomy Data Analysis는 기록된 원시 데이터를 분석하여 다음과 같은 기능을 제공합니다(그림 3 참조).

- 환경에 대한 인식 알고리즘을 사용하여 시나리오를 추출 및 재생
- 시나리오를 분류하고 KPI(핵심 성과 지표)를 기반으로 평가
- 분류된 시나리오의 세부 정보를 자세히 검토하고 관심 있는 데이터를 수동으로 선택
- OpenDrive 및 OpenScenario를 통해 재생 또는 시뮬레이션하기 위해 원시 데이터 내보내기(시뮬레이션 모델 검증 포함)

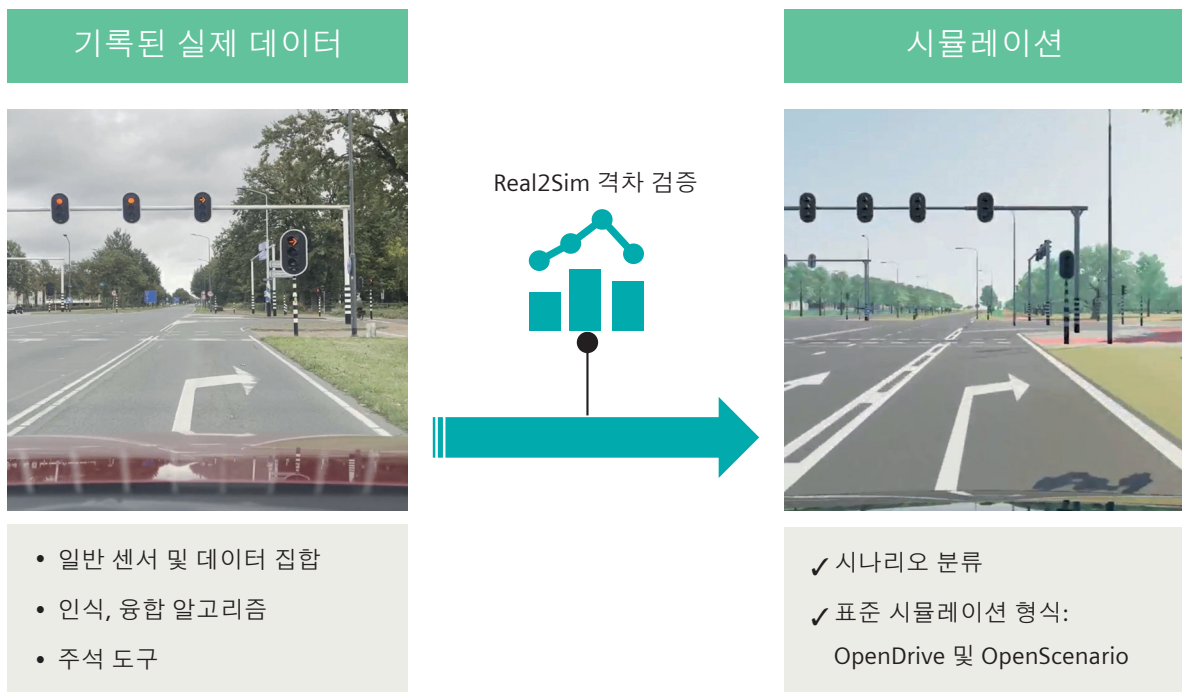


그림 3. 실제 데이터 분석 및 가상화 Real2Sim 프로세스 검증 구성 요소는 전용 지표를 사용하여 Real-Sim 격차를 정량화하고 고성능 시뮬레이션 모델을 보장합니다.

위험 시나리오 생성

위험 시나리오 생성은 두 가지 방식으로 시나리오 생성 프로세스에 기여합니다. 첫째, 이전 단계에서 Simcenter Autonomy Data Analysis 솔루션을 사용하여 추출한 알려진 안전 시나리오의 중요도를 최적화하여 알려진 불안전 시나리오(그림 2의 주황색 화살표 참조)를 생성할 수 있는 가능성을 제공합니다.

둘째, 알려지지 않은 불안전 시나리오를 생성하는 도구를 제공합니다(그림 2의 빨간색 화살표 참조). 그림 4는 도구의 주요 세 단계를 보여 주며 본 백서에 간략하게 설명되어 있습니다(도구에 대한 자세한 내용은 본 백서에서 확인할 수 있음: [SOTIF의 알려지지 않은 불안전 시나리오를 생성하기 위한 체계적인 접근 방식: 최적화 기반 방법](#)).⁶

추출

특징 추출을 통해 장면에서 행위자(예: 자동차)의 동작을 설명할 수 있는 한정된 기능 집합을 확보할 수 있습니다. 행위자 동작에 대한 특징을 추출하기 위해 도로 레이아웃은 그래프로 설명되고 확률 분포는 각 매개변수와 노드 조합에 기반하여 결정됩니다.

방정식 1에서 $P_{a,i}$ 는 행위자 i 의 특정 동작에 대한 확률이며 이는 아래와 같이 계산됩니다.

$$P_{a,i} = P_{p,i} \times \prod_{j=1}^m P_{par,j}$$

방정식 1.

또한 방정식 1에서 m 은 행위자 i 에 대해 추출된 매개변수 개수이며 이는 수집된 데이터에서 집계된 $P_{par,j}$ 에 대한 확률을 기반으로 하고, $P_{p,i}$ 는 행위자 유형 i 에 대한 경로 클러스터의 확률입니다.

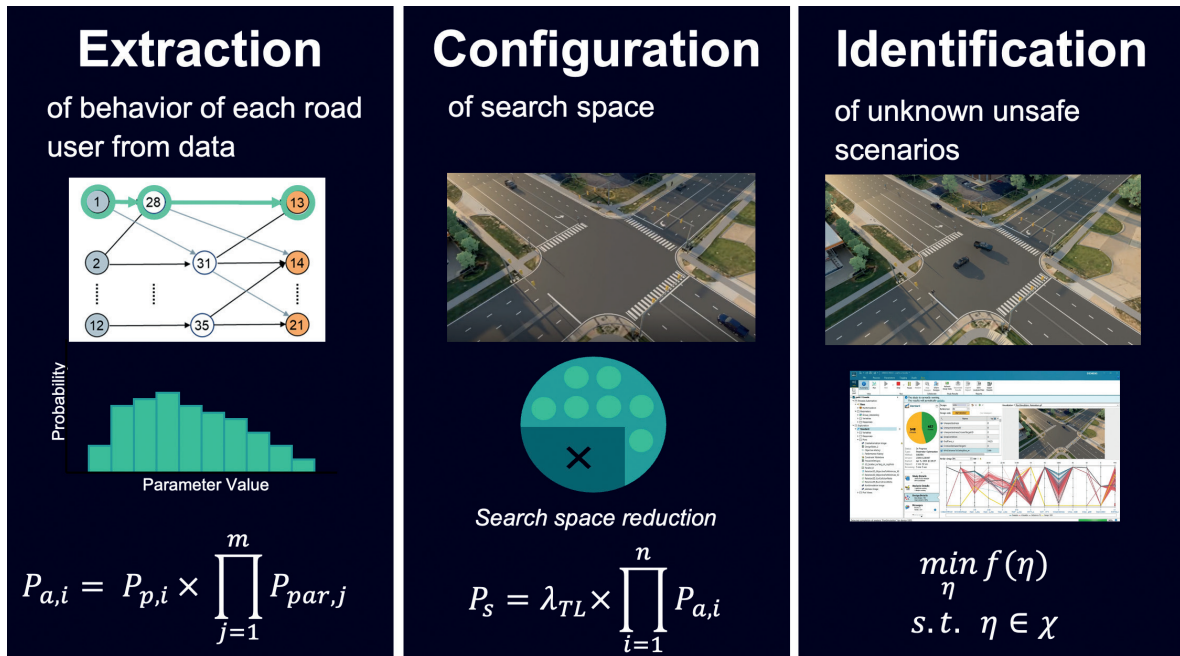


그림 4. 위험 시나리오 생성의 주요 3단계

구성

행위자 동작과 매개변수를 구성하고 검색 공간을 정의하여 간편하게 최적화합니다. 그러나 모든 가능성을 고려하면 공간이 커지고 관리할 수 없게 됩니다. 상호 작용하지 않는 행위자 경로와 매개변수를 자동으로 식별한 다음 개별 매개변수를 기반으로 나머지 공간을 분할합니다. 이렇게 하면 관리 가능한 최적화 연구가 생성됩니다.

식별

식별 단계에서는 중요도와 신규성을 평가하기 위해 전용 지표를 사용하여 위험 심각도를 평가합니다. 이는 최적화 알고리즘을 사용하여 잠재적 영향이 가장 높은 시나리오를 식별합니다. 방정식 2에서 볼 수 있듯이 목적 함수 즉, 의외성 전용 지표 $\epsilon(\eta)$ (여기서 η 는 시나리오 매개변수를 나타냄, 예: 행위자의 속도, 거리 등)는 세 가지 용어를 통합하며, 알려지지 않은 시나리오(값이 음수가 아닌 상태로 유지되도록 위의 목적 함수에 상수 값 2가 추가됨), 시나리오 안전성을 측정하기 위한 TTC(Time-to-Collision), 시나리오 확률의 함수($G(P_s)$)를 식별합니다.

$$f(\eta) = G(P_s(\eta)) \times (2 - \epsilon(\eta) + TTC_{min}(\eta))$$

방정식 2.

방정식 3은 P_s 에 대해 λ_{TL} 을 신호등 계수로 사용하여 계산하는 방법을 보여주며, 이는 행위자가 신호등 일정에 따라 확률을 계산합니다.

$$P_s = \lambda_{TL} \times \prod_{i=1}^n P_{a,i}$$

방정식 3.

최적화 문제는 방정식 4에서 공식화할 수 있으며, 여기서 χ 는 매개변수 값의 범위를 정의하고 ζ_{col} 은 부울 변수이며 자기 차량이 아닌 차량과의 충돌의 경우에는 1입니다.

$$\begin{aligned} \min_{\eta} f(\eta) \\ \text{s.t. } \eta \in \chi \\ \zeta_{col} = 0 \end{aligned}$$

방정식 4.

표준 시나리오

평가 중에는 표준 데이터베이스, ODD를 기반으로 시나리오를 정의하는 전문가, 위험 시나리오, 사고 데이터베이스를 포함한 다양한 시나리오 데이터베이스가 사용됩니다. ADAS 시스템의 경우 EURO NCAP, UN R131(AEBS), UN R152(AEBS), UN R157(ALKS)을 기준으로 테스트 시나리오를 정의합니다. AV의 경우 ISO 22737 및 ISO/DIS 23374-1과 같은 ISO(International Organization for Standardization) 표준을 기반으로 테스트 시나리오를 설명합니다. Siemens 도구 체인을 사용하면 도로 테스트 전에 이러한 시나리오를 가상화하고 테스트할 수 있습니다. 표준은 안전 및 성능에 대한 기준의 기반이 되지만, 개발 및 배포 후 과정에서 전문가가 추가로 요구사항을 정의해야 하는 경우가 많습니다.

평가

데이터베이스에서 수집된 모든 시나리오를 테스트하여 다양하고 복잡한 조건에서 디지털 트윈의 거동을 나타냅니다. 가상 세계에서 실제 세계로 전환하는 과정에서 ECU(전자 제어 장치)에 내장된 AV 시스템은 최종 테스트를 거쳐야 합니다. 이 전환 프로세스는 최소 두 단계(SIL 및 HIL)로 실행됩니다.

SIL(Software-in-the-Loop) 테스트

AV 제어 소프트웨어 설계의 경우, 감지-계획-행위 패러다임은 개발을 인식, 계획 및 제어 알고리즘으로 체계화합니다. 각 팀은 다른 두 구성 요소의 단순화된 모델을 개발하며, 이러한 구성 요소를 통합하여 전체 소프트웨어 스택을 생성합니다. 테스트는 차량 역학, 센서 모델, 인프라 시뮬레이션을 통해 가상 환경에서 실행됩니다. 이러한 통합은 특히 센서 모델 품질과 관련하여 문제를 초래하는데, AV에 대한 사실적인 시나리오를 생성하려면 시뮬레이션된 센서 판독값이 실제 기능과 일치해야 하기 때문입니다.

HIL(Hardware-in-the-Loop) 테스트

차량에 물리적으로 배포하기 전의 마지막 단계에서는 의도한 하드웨어 플랫폼에서 실시간으로 실행되는 고급 주행 시스템 소프트웨어에 대해 HIL 테스트가 실행됩니다. 이를 통해 선택한 시나리오에 대한 고급 주행 시스템의 응답을 평가할 수 있습니다.

또한 실시간으로 실행해야 하는 중요한 요구사항이 추가된 SIL 테스트에 대해 동일한 가상 환경을 사용할 수 있습니다. 그러나 실시간 하드웨어 플랫폼은 실제 차량에 배포되는 것과 정확히 동일한 플랫폼이기 때문에 종종 센서에 의존하는 특정 통신 프로토콜을 충족하는 센서 입력도 필요합니다. 따라서 시뮬레이션 환경은 시뮬레이션된 센서 신호를 이러한 형식으로 출력해야 합니다. 테스트 중인 AV 시스템의 센서 요구사항에 따라 시뮬레이션 하드웨어를 확장할 수 있음을 유의합니다.

예를 들어, 그림 5는 두 대의 카메라와 한 대의 라이더로 구성된 제한적 센서 세트를 가정한 HIL 설정을 보여줍니다. 해당 환경에는 차량 역학 및 센서 모델이 포함됩니다. 이러한 충실도가 높은 모델은 계산 비용이 많이 들기 때문에 연합형 아키텍처(federate architecture)에서 구현할 수 있습니다. 카메라 모델은 고정 링크 속도(GMSL2)로 작동하는 전용 패킷 기반 프로토콜로 데이터를 출력하는 반면, 라이더는 NIC(네트워크 인터페이스 컨트롤러)에 의해 구현된 표준 UDP(사용자 데이터그램 프로토콜)를 사용합니다. 결과적으로, 제어 시스템 ECU는 물리적으로 수신하는 것과 동일한 방식으로 데이터를 수신합니다.

실시간 성능을 평가한 후 이전 평가를 기반으로 데이터 기록 계획을 업데이트하여 예측 불가능한 실제 주행의 특성에 대한 준비 상태를 확인할 수 있습니다.

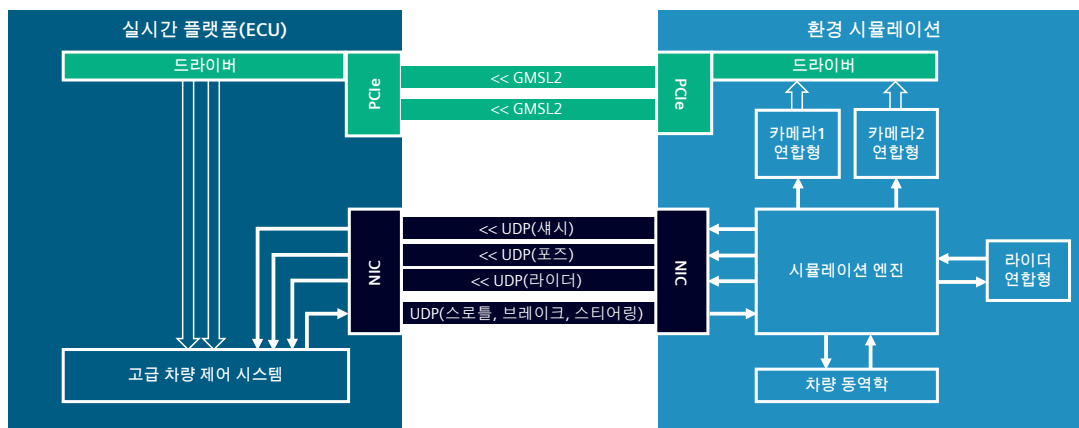


그림 5. 두 대의 카메라와 라이더로 구성된 제한된 센서 제품군을 포함한 HIL 아키텍처

결론

Siemens 자율성 도구 체인은 AV의 안전성과 신뢰성을 보장하면서 AV 배포를 가속하는 포괄적인 솔루션을 제공합니다. 도구 체인은 SOTIF 표준에 따라 불안전 시나리오를 파악하여 다음 이점을 제공합니다.

- 강력한 테스트 방법론을 사용하여 AV 배포 가속화
- 시나리오 적용 범위를 늘려 시스템 견고성 향상
- 내부 및 규제 KPI에 대한 시스템 성능의 신뢰도 향상
- 검증 프로세스를 간소화하여 개발 비용 절감

전반적으로 Siemens 도구 체인을 활용하면 SOTIF 시나리오의 세 가지 핵심 영역을 포괄하는 원활하고 확장 가능한 접근 방식을 통해 안전과 신뢰성을 우선시하면서 AV를 운송 시스템에 광범위하게 통합하도록 촉진합니다.

참조

1. UNECE The New Assessment/Test Method for Automated Driving (NATM), unece.org/sites/default/files/2022-04/ECE-TRANS-WP.29-2022-58.pdf, consulted in November 2023.
2. UNECE Guidelines and Recommendations Concerning Safety Requirements for Automated Driving Systems [WP.29-187-10e.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2022-04/WP.29-187-10e.pdf) (unece.org), consulted in November 2023.
3. EU-REGULATION (EU) 2019/2144 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2144&from=EN, consulted in November 2023.
4. EU-2022/1426 - COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/1426, [Publications Office \(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R1426&from=EN), consulted in November 2023.
5. GSR2: New rules to improve road safety and enable fully driverless vehicles in the EU, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_4312
6. Singh, T., Van Hassel, E., Sheorey, A. and Alirezaei, M., "A systematic approach for creation of SOTIF's unknown unsafe scenarios: An optimization based method", SAE Technical Paper, 2024.

Siemens Digital Industries Software

미주 지역: 1 800 498 5351

유럽, 중동, 아프리카 지역: 00 800 70002222

아시아 태평양 지역: 001 800 03061910

다른 지역 번호는 [여기](#)를 클릭하십시오.

저자 정보

Tajinder Singh는 2021년 아인트호벤 공과대학교에서 자동차 기술 전공 이학 석사를 취득하고, 2019년 나고야 대학교에서 자동차 공학 학사 학위를 취득했습니다. 현재 Siemens Industry Software B.V. Netherlands에서 ADAS 및 AV의 가상 확인 및 검증을 위한 연구 개발 엔지니어로 근무하면서 알려지지 않은 불안전 시나리오 식별, HIL(Hardware-in-Loop) 테스트 등 다양한 주제를 연구하고 있습니다.



Son Tong 박사는 Siemens Digital Industries Software의 ADAS R&D 관리자로, 자율주행 및 AI 엔지니어링 주제를 연구하는 연구 엔지니어 및 산업 박사팀을 이끌고 있습니다. 그 전에는 EU Marie Curie 펠로십으로 KULeuven에서 제어 시스템 박사 학위를 취득했습니다. Son Tong은 Siemens와 EU(유럽 연합), 벨기에 연구 프로그램에서 기술 코디네이터로 활동하고 있습니다. 그는 올해의 Siemens PL 발명상(Invention of the Year Award)을 수상했습니다.



Jeroen Ploeg는 1988년 네덜란드 델프트에 있는 델프트 공과대학교에서 기계공학 학위를 취득하고, 2014년 네덜란드 아인트호벤에 있는 아인트호벤 공과대학교에서 차량 소대 제어에 관한



Siemens Digital Industries Software는 규모에 관계없이 모든 조직이 Siemens Xcelerator 비즈니스 플랫폼의 소프트웨어, 하드웨어, 서비스를 사용하여 디지털 방식으로 혁신할 수 있도록 지원합니다. 기업은 Siemens의 소프트웨어와 포괄적인 디지털 트윈을 통해 설계, 엔지니어링 및 제조 프로세스를 최적화하여 오늘날의 아이디어를 미래의 지속 가능한 제품으로 전환할 수 있습니다. [Siemens Digital Industries Software](#)는 칩에서 전체 시스템까지, 제품에서 프로세스까지 산업 전반에서 디지털 트랜스포메이션을 가속합니다.

기계공학 박사 학위를 받았습니다. 그는 AV의 확인 및 검증 분야의 펠로우 연구자입니다.

Alexandru Forrai는 Siemens Digital Industries Software의 펠로우 과학자로, 자율주행 시스템의 안전 보증과 시나리오 기반 확인 및 검증을 중심으로 연구하고 있습니다. 그는 여러 과학 논문을 발표하였고 몇 건의 특허권을 보유하고 있으며 'Embedded Control System Design - a Model Based Approach(내장된 제어 시스템 설계 - 모델 기반 접근 방식)'(2012년, Springer 출판)를 저술했습니다.



Mohsen Alirezai는 2011년 기계 공학, 로봇 공학, 제어학 박사 학위를 취득했으며 2012년 델프트 공과대학교에서 박사 후 연구원으로 근무했습니다. 현재 네덜란드 헬몬드에 있는 Siemens Industry Software and Services에서 펠로우 과학자로 일하고 있으며 네덜란드 아인트호벤 공과대학교에서 파트타임 조교수로 재직하고 있습니다. 자율 및 협력 자율 주행 및 첨단 운전자 지원 시스템의 확인 및 검증을 집중적으로 연구하고 있습니다.



[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© 2024 Siemens. 관련 Siemens 상표 목록은 [여기](#)에서 확인할 수 있습니다. 기타 모든 상표는 해당 소유자에 귀속됩니다.

86168-D4-KO 1/25 LOC