



Autonomous Driving Simulation

RWD-based High Fidelity Digital Twin & Engineering Driving Simulation Technology

Virtual Verification Team of R&D Center

자율주행차 개발 상황

- 실 도로에서 자율주행 차량의 크고 작은 사고는, 우리에게 시사하는 바가 큼니다. (안전성/신뢰성 관점)
 - 역광에 의한 센서의 차선 인식 불량
 - 객체/장애물의 인지 불량 / 위협적이지 않은 물체로 판단 오류
 - 예상치 못한, 갑작스러운 돌발 상황 등
- 실 도로 테스트로 자율주행 차량을 개발하는 것은 불가능 합니다.
 - 수많은 위험한 시나리오 재현 불가 (안전사고 발생 우려)
 - 테스트 및 개발 비용 상승
 - 비생산적인 작업 및 비효율적인 프로세스로 개발 속도 저하 → 개발 지연

시뮬레이션의 필요성

➤ 이것이 바로, '물리기반 가상환경에서의 자율주행 시뮬레이션'이 필요한 이유입니다.

- 100대의 자율주행차를 이용해서 평균 25마일/시간의 속도로, 하루 24시간 365일 주행 테스트를 했을 때, 자율주행차의 신뢰할 수 있는 안전 검증을 위해서는 통계적으로 95% 신뢰도로 12.5년이 소요됩니다.

출처: NidhiKalra, SusanM. Paddock-Driving to Safety

- 위험상황이나 Edge Case에서 반복적이고 충분한 테스트를 하려면 시뮬레이션 기술이 반드시 필요합니다.
- 시뮬레이션에서는,
실도로에서 만나기 어렵지만 가능성이 있는 위험상황을 반복 재현할 수 있기 때문에.....
차량개발 초기 단계에 시간과 비용을 절감하는데 필수적입니다.
- 벤츠 등이 주도하였던 PEGASUS 프로젝트에서도 시뮬레이션 평가가 한 축으로 작용하고 있습니다.

물리기반 가상환경

➤ 물리 속성 정의

- 실제 센서가 전파나 빛을 송신하여 반사되는 신호를 처리한다음, 객체를 인지하고 판단하듯이...
- 시뮬레이션에서도 동일하게 계산하기 위해서,
모든 객체에 고유의 반사율(BRDF), 유전율, 광원을 부여하여 Real World와 최대한 유사한 가상환경 구현
- 차선, 표지판, 신호등, 나무, 건물, 도로구조물 등 정적 객체 / 차량, 보행자, 반려동물 등 동적 객체
 - 자동차의 경우, 차체, 유리, 범퍼, 상향등/하향등 좌우, 브레이크등 좌우, 휠 등 25개의 레이어로 나뉘어 물리 속성 정의
 - 가로등 및 신호등의 광원 정의
 - 가상공간의 태양 조도가 위·경도와 날씨의 흐림 정도를 반영하도록 이론과 실측정보를 결합한 Sky Model 적용

➤ 물리기반 센서 모델

- 센서 사양을 정의하는 파라미터 값으로 물리기반 센서 모델링을 할 수 있습니다. (안테나 송/수신 및 신호처리 등)
Ego 차량의 센서가 실제 센서와 동일한 성능으로 작동하도록 카메라, 레이더, 라이다 센서 Parametric Modelling
- 객체를 잘 인지하는지 못하는지 평가하기 위해서,
카메라 센서의 이미지 데이터, 레이더 센서의 도플러맵, 라이다 센서의 포인트클라우드 데이터를 출력

Asset Library

➤ 11개 HD 맵 제작 – RWD 기반 고신뢰성 디지털 트윈 자율주행 테스트베드의 구현

- JAMA 기반 Traffic & Perception & Vehicle Control Disturbance 유형을 잘 나타낼 수 있는, 11개의 국내 맵 제작
- 도심도로 6곳 / 전용도로 5곳 – 모란역, 정왕대로 시흥 도심, 선릉역, 뉴코아아울렛사거리, 수도권 제1순환고속도로 등
- 국토지리정보원 정밀도로지도와 구글맵을 활용한 실사 수준의 가상맵 구현

➤ 400개 이상 자동차 제작

- 400대 이상의 차량 3D 모델
(승용, 상용, 승합, 특수목적차량, 이륜차, 자전거 등)
- 라이트 시스템 (상향등/하향등, 미등/브레이크등, 방향지시등)
- 25개 레이어로 구분하여 물성정보 입력
(차체, 범퍼, 번호판, 휠, 윈도우, 윈드실드 등)



➤ 10,000개 이상 3D 객체 제작

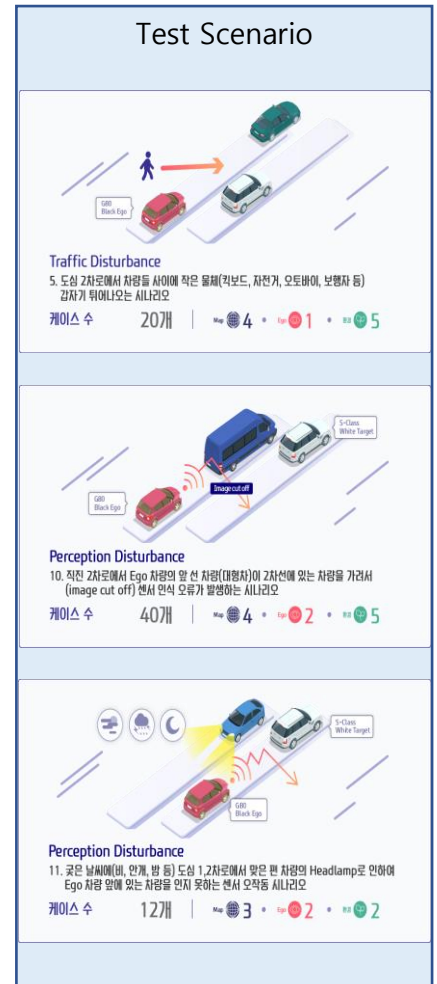
- 399명의 보행자 3D 모델
- 차선, 표지판, 신호등, 가로등, 건물, 나무, 동물 등



Asset Library

➤ 시험평가 시나리오 제작 (Functional Scenario 428개)

- 도심 2 차로에서 차량들 사이에 작은 물체(킥보드, 자전거, 오토바이, 보행자 등)가 갑자기 튀어나오는 시나리오
- 직진 2 차로에서 Ego 차량의 앞 선 차량(대형차)이 2차선에 있는 차량을 가려서 (image cut off) 센서 인식 오류가 발생하는 시나리오
- 궂은 날씨(비, 안개, 밤 등)에 도심 1, 2 차로에서 맞은 편 차량의 Headlamp로 인하여 Ego 차량 앞에 있는 차량을 인지 못하는 센서 오작동 시나리오
- 기타 등등



시뮬레이션 툴-체인

➤ CARLA + Ansys AVxcelerate + Autoware + Ansys optiSLang + autoGT

- CARLA (가상환경 및 주행 시뮬레이터) / **오픈소스 코드**
- Ansys AVxcelerate (물리속성 정의 및 물리기반 센서 모델) / **상용 소프트웨어**
- Autoware (인지, 판단, 제어 알고리즘) / **오픈소스 코드**
- Ansys optiSLang (프로세스 자동화, 시나리오 정의, 메타모델 생성, 민감도/강건성 분석 등) / **상용 소프트웨어**
- autoGT (객체 어노테이션 및 라벨링 데이터 자동 생성) / **자체 개발 GT 생성 프로그램**
- SUMO (교통 흐름 시뮬레이션) / **오픈소스 코드**

고객의 목표에 맞춰 유연하게 구성할 수 있습니다. (고객사의 센서, 알고리즘, 주행 시뮬레이터 등)

Test Workflow

최종목표 Level4+ 자율주행 센서, 알고리즘, 시스템의 성능 및 안전성 평가를 위한 고신뢰성 디지털 트윈 시뮬레이션 플랫폼 개발



시험평가 프로세스 자동화 / SPDM 데이터 관리

Test Workflow

- 시험평가 시나리오 정의
- Traffic/Perception/Vehicle Control Disturbance를 구현할 수 있는 국내 맵 선정 및 3D 모델링
- RoadRunner를 이용한 OpenDRIVE 생성
- 자율주행 테스트를 위한 OpenSCENARIO 생성
- 오픈소스 코드인 CARLA에서 가상 환경 구축
- Ansys AVxcelerate PrePost를 이용한 가상 환경 물리 속성 정의
- 자율주행 시뮬레이션 툴-체인 연동
- Ansys optiSlang을 이용한 프로세스 자동화, 시나리오 정의, 메타 모델 생성, 민감도 및 강건성 평가
- autoGT를 이용한 객체 어노테이션 및 라벨링 데이터 자동 생성

Application (활용도)

- RWD 기반 고신뢰성 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션 플랫폼 환경에서 자율주행 차량 시스템의 성능 및 안전성 평가 (다양한 엣지케이스 시나리오)
- 카메라/레이더/라이다 센서의 사양 평가 및 검증
- 인지/판단/제어 알고리즘 평가 및 검증, 강화 학습
- 카메라/레이더/라이다 퓨전 센서 조합, 위치 및 수량 최적화
- HILS & VILS 환경에서의 하드웨어 평가 및 검증

수요처

- OEM(완성차기업)
- 센서 개발기업
- 자율주행 알고리즘 개발기업
- 자율주행을 연구하는 연구소 및 대학
- 공공기관의 기업지원 인프라 구축 등

컨설팅 (엔지니어링 서비스)

- Disturbance 유형을 잘 나타낼 수 있는 국내 맵, 객체 및 시나리오 제작
- RWD 기반 고신뢰성 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션 툴-체인 연동 서비스
 - 범용적으로 쉽게 활용할 수 있도록 오픈소스 기반의 시뮬레이션 툴-체인 플랫폼 개발
 - 고객의 요구대로(On-Demand) 가상환경 구현서비스를 제공하고, 활용 가능하도록 교육 제공
- 다양한 엣지케이스 시나리오 안전성 평가
- 프로그램 개발
- 기타

Thank You

