

알파마요가 그리는 新 자율주행 생태계

산업조사실
김한솔 선임연구원

KATECH Insight

- ◆ Nvidia는 피지컬 AI 비전과 함께 ①추론 능력을 내재한 시각-언어-행동(VLA) 모델, ②시뮬레이션 프레임워크, ③데이터셋을 포함한 개방형 자율주행 개발 솔루션 알파마요(Alpamayo)를 공개
- ◆ 이러한 접근은 자율주행의 비용·기술 문제를 경감하고 업계 구도를 재편할 잠재력이 있으며, 동시에 SW·HW 통합 역량을 갖춘 빅테크가 자율주행 생태계를 주도할 가능성을 시사

» 자율주행 산업은 상용화를 앞두고 고비용 구조·기술 불확실성이라는 이중고에 직면

- 자율주행차 상용화가 지연되는 가운데, 단일 기업이 감당하기 어려운 개발 비용 문제가 부각
 - 주요 전문 기관은 L4 이상의 자율주행차 도입 시기가 기존 예측 대비 수년 지연될 것으로 전망
 - * McKinsey(2026)의 분석에 의하면, 로보택시의 글로벌 전개('29→'30년), 도시 단위의 L4 개인 승용차 시범운영('30→'32년), 자율주행 트럭('31→'32년) 등 자율주행차 전반에 걸쳐 상용화가 지연될 전망
 - 특히 단일 기업이 감당하기 어려운 개발 비용이 상용화의 걸림돌인데, 기술 고도화를 위해 SW 개발, 통합·테스트 및 검증, 데이터 수집 및 저장, 시스템 개발 등에 대한 폭넓은 투자가 필요하기 때문
- 자율주행에 있어 룰 기반(Rule-based)·E2E(End-to-End) 접근 모두 일정한 구조적 한계를 보임
 - 종전의 주류 방식인 모듈 + 룰 기반 방식은 사전에 정의되지 않은 비정형적 예외 상황(edge case)에 대한 대응력이 현저히 떨어져, 복잡한 주행 상황으로의 확장성에 제약 존재
 - Tesla 등이 주도하는 E2E 방식은 대규모 주행 데이터 기반 신경망 학습을 통해 높은 수준의 기술에 도달하였으나, 룰 기반 대비 판단 과정을 설명할 수 없는 블랙박스 문제가 검증·규제 대응에 한계로 작용

» Nvidia는 CES 2026에서 피지컬 AI 비전과 이를 구현하기 위한 AI 구조를 공개

- Nvidia는 물리 세계의 법칙을 이해하고 현실과 상호작용하는 지능을 개발한다는 비전을 천명
 - 관련하여 당사 CEO는 피지컬 AI 구현을 위해 학습(learning), 추론(inference), 시뮬레이션(simulation)이라는 3가지 핵심 컴퓨팅 요소가 유기적으로 통합된 아키텍처가 필수적임을 역설
 - 그러한 비전 하에서, 자율주행 AI 구조의 '5계층(Five-Layer Cake)'에 대응하는 해결책을 공개
 - Nvidia에 따르면 AI 산업은 ①에너지→②컴퓨팅 인프라→③클라우드→④AI 모델→⑤애플리케이션으로 이어지는 5단계 층위로 구성되며, 하위 단계의 견고함이 상위 단계의 성능을 결정
 - Nvidia는 주력 분야인 2층 컴퓨팅 인프라 영역에서 Vera Rubin 아키텍처를, 4층 AI 모델 영역에서 물리 법칙 기반 파운데이션 모델 Cosmos, 자율주행 특화 모델 Alpamayo(알파마요)*를 공개
- * 안데스산맥의 봉우리 명칭을 차용한 것으로, 유연하고 직관적인 추론 능력을 갖추기를 바라는 철학을 반영

» 알파마요는 자율주행 기술 개발 전주기를 아우르는 개방형 통합 플랫폼을 지향

- 알파마요는 통합 개발 솔루션으로 파운데이션 모델, 시뮬레이션 프레임워크, 데이터셋으로 구성
 - 알파마요는 ① 언어적 추론 능력을 내재한 시각-언어-행동(VLA) 모델 ‘Alpamayo 1’, ②시뮬레이션 오픈 프레임워크 ‘AlpaSim’, ③피지컬 AI 오픈 데이터셋 등 3가지 요소로 구성된 개방형 통합 플랫폼
 - ‘Alpamayo 1’은 시각적 입력값을 언어적 맥락으로 변환해 이해하고, 생각의 사슬(CoT) 기법을 통해 판단의 인과관계를 단계적으로 추론하여 주행 제어 명령과 그에 대한 논리적 설명을 동시에 도출하는 방식
 - Alpamayo 1’은 실주행 데이터인 ‘피지컬 AI 데이터셋’을 활용하여 현실의 물리 법칙을 이식한 가상 환경 ‘AlpaSim’에서 주행을 반복하며 모델을 정교화
- AI의 직관적 추론과 룰 기반의 안전 검증을 결합한 하이브리드 아키텍처를 도입
 - ‘Alpamayo 1’ 모델 외에 검증된 전통적인 룰 기반의 자율주행 구조를 별도로 구축하고, 룰 기반 구조가 ‘정책 및 안전 평가기(Policy and Safety Evaluator)’로써 실시간 감독을 수행하는 하이브리드 방식을 채택
 - 결과적으로 일반적 상황에서는 ‘Alpamayo 1’이 주행을 주도하되, 불확실한 상황에서는 전통적 가드레일 시스템이 제어권을 갖는 안전 지향의 접근을 구현

Ⅰ Nvidia 알파마요의 주요 구성 요소 Ⅰ

구분	내용
① Alpamayo 1	<ul style="list-style-type: none"> - 언어로 시각 정보 해석 및 판단 근거와 행동을 설명하는 VLA 기반의 E2E 자율주행 모델 - 입력 정보를 분석해 인간과 유사한 단계적 추론 방식인 ‘생각의 사슬(CoT)’ 방식으로 추론 - 100억 개 파라미터 AI 모델로 제공되어 차량 탑재용 경량 모델로의 최적화 제공하며, 자동 라벨링 등 개발 도구 활용을 지원
② AlpaSim	<ul style="list-style-type: none"> - 현실적인 센서 모델링과 교통 역학을 반영한 폐쇄된 가상 세계 안에서 가상 시나리오를 적용해 자율주행 차를 시뮬레이션할 수 있는 개발 환경 - 가상 환경에서의 시뮬레이션 결과를 바탕으로 검증 및 정책 개선을 지원
③ 피지컬 AI 오픈 데이터셋	<ul style="list-style-type: none"> - 전 세계 25개국 2,500개 이상의 도시에서 수집된 1,700시간 이상의 대규모 주행 데이터 - 추론형 AI 발전에 필요한 실도로 예외 상황(edge case)를 포함, 표준화된 학습 지원

* 출처: Nvidia 공식 웹사이트, 일부 수정

» 현 자율주행 업계의 기술적 난제를 일부 해소하고, 개발 비용을 절감할 잠재력을 보유

- 생각의 사슬과 VLA 구조를 결합, 판단 과정을 언어로 설명함으로써 E2E 접근의 한계를 보완
 - 행동의 인과관계를 자연어로 제시하여 블랙박스 모델의 해석 가능성과 사후 추적 가능성을 확보하고, 규제 당국의 감사 및 인증 대응, 자연어 기반 원인 분석을 통한 디버깅 편의성 향상을 지원
 - 또한 AI 모델의 추론 결과를 실시간 모니터링하는 하이브리드 구조를 통해 AI의 잠재적 판단 오류를 검증하고, L2부터 L4 영역까지 대응할 수 있는 안전 가이드라인 마련
- 고도의 시뮬레이션과 표준 데이터셋으로 학습 및 검증에 따르는 개발 비용 절감 여지 제공
 - 가상의 순환 시뮬레이션 환경을 바탕으로 물리적 주행 테스트 대비 검증 시간을 단축하고 개발 프로세스를 효율화하며, 표준화된 학습 데이터를 제공함으로써 자율주행 후발 기업의 기술 진입 장벽을 완화

- 파운데이션 모델을 수정 가능한 형태로 제공하여 확장성은 높이되 플랫폼 종속 우려를 경감
 - ‘Alpamayo 1’을 자율주행용 파운데이션 모델로 제공하여, 개발자가 지역별 규제에 적합하도록 모델을 미세 조정하거나 칩셋 사양에 최적화된 경량화 모델로 변환하여 탑재할 수 있도록 지원하며,
 - 기술 내부 구조를 투명하게 공개하여 기업이 자사 데이터를 넣어 직접 성능을 높일 수 있게 함으로써, 완성차 기업의 플랫폼 종속(lock-in) 우려를 일부 완화하고 기술 도입 유인을 제공
- * 단, 모델 가중치는 현재 연구·평가 목적의 비상업용으로 공개되어 상용 배포 시에는 별도 라이선스 계약 체결 필요

» Nvidia 알파마요의 등장으로 업계 전반의 경쟁·협력 구도가 변화될 가능성이 있음

- 자율주행 접근이 E2E 중심 체제와 E2E+를 기반 접근을 병용하는 하이브리드 체제로 양분되고, 안전과 규제 대응에 있어 하이브리드 체제가 일부 우위를 점할 가능성 존재
 - Tesla의 E2E 방식은 지속적인 학습으로 체감 성능을 개선하고 있으나, 설명 불가능성 등으로 인해 규제 당국이 요구하는 안전성 입증에 어려워 제도적으로는 여전히 L2 단계에 머무르는 상황
 - 하이브리드 체제는 안전성에 대한 검증 가능성이 상대적으로 높아 L3 이상의 인증을 앞당길 수 있으며, 그 경우 실제 성능과는 별개로 공인된 레벨의 차이가 소비자의 기술 신뢰도와 선택에 영향을 줄 수 있음
- 개발에 있어서는 완성차 기업 단독 개발이나 SW·HW의 분리 개발보다는 완성차와 플랫폼 기업이 높은 수준에서 협력하는 수평적인 분업 체계가 확대될 것으로 판단됨
 - 완성차 기업이 기술개발 전 과정을 자체 수행하거나 기 개발된 외부 솔루션을 탑재하는 방식보다는, 효율성 제고 및 성능 최적화를 위해 완성차-플랫폼 기업이 협력하는 방식이 보편화될 수 있음
 - 특히 자율주행 후발 완성차 기업들은 Nvidia 등 빅테크와 연합을 형성하고 그들이 제공하는 데이터셋과 시뮬레이션 인프라를 활용해 개발 기간을 단축하는 방식이 불가피한 선택지가 될 수도 있음

» HW·SW 통합 역량을 갖춘 플랫폼 기업이 생태계의 중심에 서는 시나리오도 전개 가능

- 기회와 위협의 공존 속에서 Nvidia 등 빅테크의 자율주행 생태계 주도 가능성에 주목 필요
 - VLA의 언어적 설명 기능이 돌발 변수에 대한 물리적 대응의 완결성을 보장하는 것은 아니며, 시뮬레이션 위주의 학습 방식은 현실과의 정합성 이슈에서 자유로울 수 없고, 확률적 추론을 수행하는 AI의 특성과 명확한 인과관계를 요구하는 규제 체계 간의 구조적 괴리도 여전히
 - 벤츠·JLR·Lucid 등 완성차 기업과의 협력은 시장이 알파마요의 효용성을 주목하고 있음을 의미하나, 플랫폼 종속(lock-in)을 우려하는 완성차 기업의 견제 심리 또한 극복해야 할 핵심 과제임
 - 그럼에도 HW·SW를 아우르는 자율주행 솔루션을 제공할 수 있는 기업은 구조적으로 희소하며, 이러한 Nvidia의 지위가 자율주행 생태계의 주도권을 확보하고 표준을 선도하는 원동력이 될 수 있음
- 빅테크 주도형 생태계가 가시화될 경우, 경쟁 초점이 양산 중심으로 옮겨갈 가능성도 존재
 - Nvidia가 알파마요를 통해 제시한 개방·연합형 자율주행 생태계의 잠재력이 확인되고 완성차 기업의 참여가 증가한다면 생태계에 속한 기업 간의 자율주행 기술 격차는 점진적으로 축소될 여지가 있으며,
 - 그 경우 완성차 기업 간 경쟁 초점은 기술 개발 마일스톤(milestone) 선점 여부가 아니라 양산 차량에서 소비자가 체감하는 기술적 효용으로 이동할 가능성도 있음