환경·탄소중립

AI 기반 NOx 예측 SCR 암모니아 자동 제어 기술

소 속 재단법인 포항산업과학연구원 연구자 김희진

기술 개요

- 소결로·소각로에서 배출되는 질소산화물(Nox)를 저감하기 위해 SCR에서 측정한 뒤 암모니아를 넣는 방식을 사용하지만 사후 대응이라 대응 과잉 주입과 초과 배출 문제 발생
- 이를 해결하기 위한 운전 데이터로 NOx를 미리 예측하고, 줄어든 NOx 대비 투입량(반응효율)이 정상 범위인 데이터만 골라 학습한 AI가 암모니아 투입량을 스스로 조절하는 기술

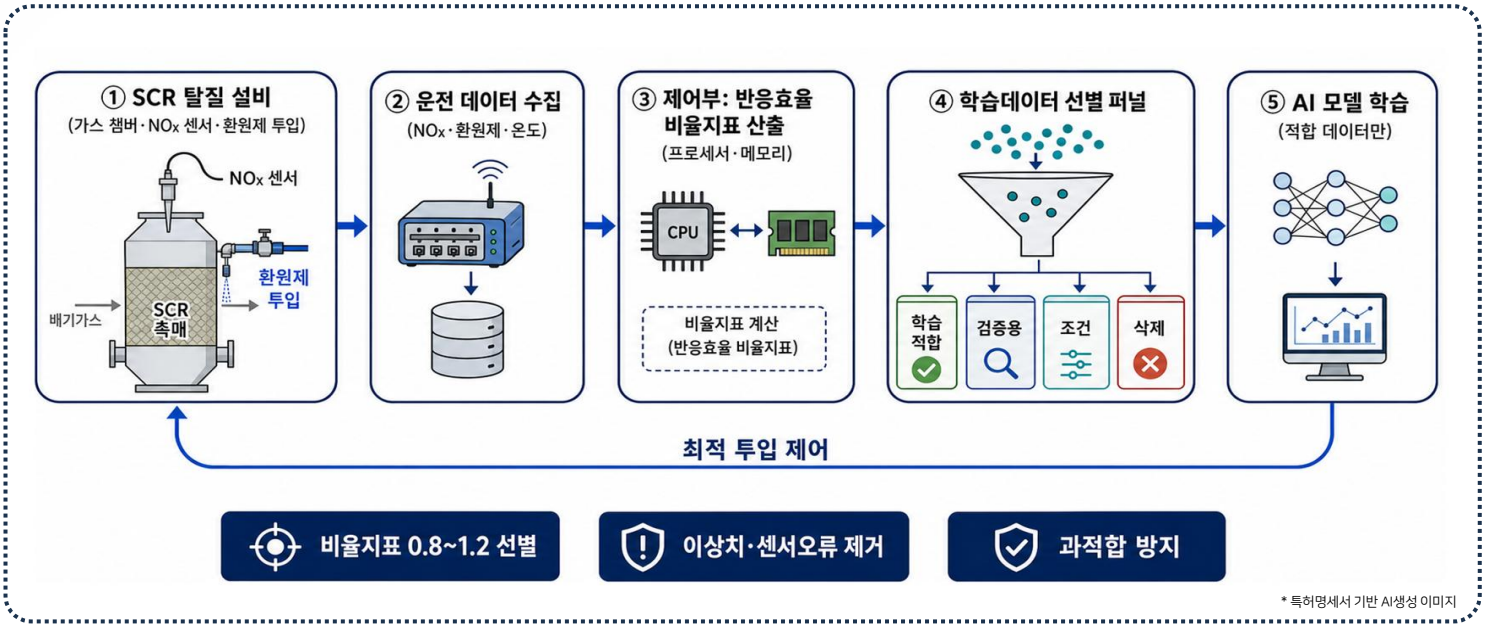
기존 기술 대비 차별성

기존 기술	본 기술
모든 운전 데이터를 그대로 학습해 환원제 영향으로 NOx-환원제 관계가 희석되고 모델 성능이 저하됨	환원제 투입 전후 NOx농도·투입량의 반응효율을 비율 지표화해 적합 데이터만 정량 선별함
센서 오염·열화 시 측정 정확도가 떨어져 NOx 저감이 불안정해 수작업으로 환원제를 조정함	랜덤 포레스트 회귀로 미래 NOx 농도를 사전 예측하고 강화학습으로 NH_3 주입량을 실시간 최적화함
환원제 과다 투입 시 미반응 암모니아(NH_3 슬립)와 비용 낭비, 부족 시 NOx가 초과 배출됨	보상함수(NSR·NOx 기반)로 과잉·과소 주입을 억제해 규제 준수와 환원제 절감을 동시에 달성함

기술 특장점

학습데이터 정량 선별	◆ 환원제 투입 전후 NOx 농도와 투입량의 반응효율을 비율 지표로 산출하여 비효율적 데이터를 학습에서 자동 배제함
미래 NOx 사전 예측	◆ 시계열 지연 변수와 랜덤 포레스트 회귀로 미래 시점 NOx 농도를 예측하여 반응적 제어를 예방적 제어로 전환함
강화학습 자동 최적 제어	◆ 액터-크리틱 강화학습으로 NH3 주입량을 실시간 최적화하여 암모니아 슬립 최소화와 NOx 저감을 동시에 구현함

기술 개념도



* 특허명세서 기반 AI생성 이미지

환경·탄소중립

AI 기반 NOx 예측 SCR 암모니아 자동 제어 기술

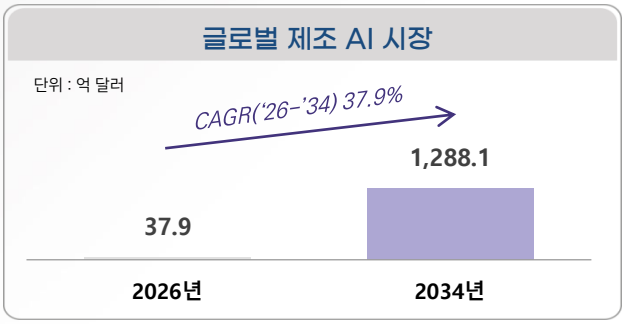
소 속 재단법인 포항산업과학연구원 연구자 김희진

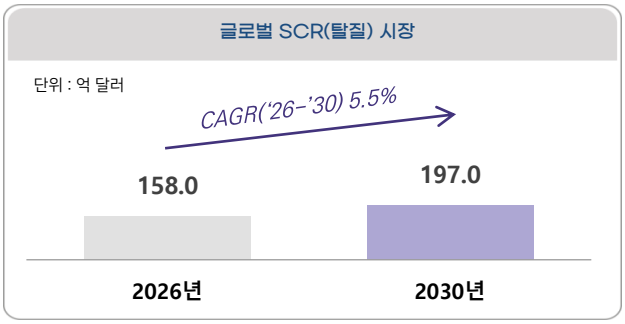
응용 분야

- **(제철 소결 공정 배가스 탈질)** 소결 배가스의 NOx를 예측·선별학습해 SCR 환원제(암모니아) 투입량을 최적 제어
- **(폐기물 소각로 배가스 관리)** 소각로 운전데이터로 NOx 농도를 사전 예측하고, 저하 시 자동 재학습해 무인 관리를 구현
- **(발전·산업 연소설비 SCR 제어)** 화력발전·산업로 SCR/SNCR 탈질 설비에 확장 적용해 NH_3 슬립과 낭비를 줄임

시장 전망 •산업동향

- **(산업 동향)** 질소산화물 배출 기준 강화와 제조 AI 확산이 맞물리며, SCR 탈질 설비에 AI 기반 공정 최적화를 결합한 지능형 배가스 제어가 확대되는 추세임
- **(시장 전망)** 글로벌 제조 AI 시장은 2026년 98.5억에서 매년 37.9%씩 성장하여 1288.1억까지 고성장이 전망되며, 직접 시장인 글로벌 SCR(선택적 촉매 환원) 시장은 2026년 약 158억 달러에서 2030년 약 197억 달러로 연평균 5.5% 성장할 것으로 전망됨





* 출처 : Fortune Business Insights(2026)

* 출처 Grand View Research (2025)

구분	기업군	사업 분야	사업분야별 동향
1	대기업	산업용 AI·스마트 팩토리 공정 최적화	◆ 원가·품질·탄소·에너지 전체 최적화를 목표로 설비를 자율 제어하는 '피지컬 AI' 현장 적용을 본격화하며 인텔리전트 팩토리 전환을 확산함('26.06)
2	중견	대기오염방지설비 (탈황 FGD·탈질 SCR/SNCR)	◆ 국내 탈황·탈질설비에서 각 약 30% 점유율을 보유한 전문기업으로, 동남아 수주와 재무구조 개선을 추진함('26.06)
3	중소	산업 AI 플랫폼	◆ 폐쇄망·온프레미스 산업 AI 플랫폼으로 제조·에너지 현장을 공략하며 코스닥에 상장함('26.05, 2025년 매출 약 115억원)

기술 성숙도 (TRL)



IP 정보

구분	특허번호	특허명	현재상태
1	10-2025-0167906	배출가스 처리를 위한 제어 시스템 및 그 방법	출원
2	10-2025-0099131	강화학습 기반 NH3 주입량 제어를 이용한 배기 가스 처리 장치 및 방법	출원
3	10-2025-0189496	배가스 내 질소산화물 농도 예측 장치, 시스템 및 방법	출원