

2. 상세 내용

장소	<ul style="list-style-type: none"> 일본 내 JSR 화학 공장
제어 영역	<ul style="list-style-type: none"> 증류탑 기존 제어 방식(PID 제어 또는 APC)을 적용할 수 없고 수동으로만 제어할 수 있는 영역(운영자가 밸브의 작동 수준을 고려해 직접 입력해야 하는 곳) 비, 눈, 기타 기상 조건이 대기 온도의 급격한 변화를 일으켜 제어 상태를 방해하는 심각한 요인이 될 수 있는 영역 끓는점이 유사한 물질 A, B를 가열하고 분리할 때 증류탑의 액체를 적정 수준으로 유지해 전 제품이 표준을 준수하도록 최적의 제어를 수행하는 동시에 에너지 절약을 위해 폐열을 증류탑의 열원으로 최대한 활용하고 원하는 물질 A를 이상적인 상태로 추출해 에너지 절약이 가능하도록 밸브를 조작했다.
투입 AI	<ul style="list-style-type: none"> 강화 학습 기반 AI (FKDPP 알고리즘)
사용 제품 및 기술	<p>Yokogawa:</p> <ul style="list-style-type: none"> 오메가랜드(OmegaLand) 공장 시뮬레이터(Yokogawa, [Yokogawa Electric Corporation] 자회사 오메가 시뮬레이션[Omega Simulation Co., Ltd.] 제공) CENTUM VP 통합 생산 제어 시스템 Exaopc OPC 인터페이스 패키지(공정 산업에서 사용되는 다양한 데이터베이스를 관리할 수 있는 소프트웨어. OPC 재단에서 정의한 OPC 인터페이스 표준을 준수하는 인터페이스 사용. 공정 데이터 자동 저장 기능을 포함한다.) GA10 데이터 로깅 소프트웨어(조작 화면, 입력 장치[HMI] 및 데이터 기록용) 등
운영	<ul style="list-style-type: none"> CENTUM VP 통합 생산 제어 시스템으로 제어 압력, 유속, 온도 등의 요인을 모니터링 및 제어하면서 전체 생산 공정을 진행할 수 있으며, 안전하고 안정적인 운전과 사고 예방을 위한 다양한 연동 기능이 통합돼 있다. 플랜트 사고 예방을 위해 비상차단장치(ESD), 소방 시스템(F&G) 등과 공동으로 운영된다.
AI 구현 과정	<p>플랜트 시뮬레이터로 AI 제어 모델 생성</p> <ul style="list-style-type: none"> 관련 플랜트에 대한 설계 정보를 통해 생성된 플랜트 모델 강화 학습 기반 AI(FKDPP 알고리즘) 제어 모델 학습 및 생성 <p>AI 제어 모델의 타당성 및 신뢰성 종합 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> 과거 운영 데이터 기준 <ul style="list-style-type: none"> - 안정적이었는가? - 문제가 발생하면 어떤 종류의 제어가 수행됐는가? 실시간 데이터 기준 <ul style="list-style-type: none"> - 안정적이었는가? - 제품 품질이 규격을 준수했는가? - 숙련 기술자가 FKDPP 제어 지침에 만족했는가?

	안전성 확인 후 실질적인 공장 제어 <ul style="list-style-type: none"> • 기존 연동 기능 및 기타 안전 기능으로 안전성 확인 • CENTUM VP 통합 생산 제어 시스템과 통합 및 플랜트 운영에 통합 • 운영 안전성 확인(AI 시스템 오작동에 대한 대응책 및 대응 체계 구축)
프로젝트 기간	<ul style="list-style-type: none"> • 2020년 8월~2022년 2월(총 1년 6개월)
연속 운영 기간	<ul style="list-style-type: none"> • 2022년 1월 17일~2월 21일, 총 35일(840시간)

3. 회사 역할

JSR	<ul style="list-style-type: none"> • 실험 장소, 공장 세부 정보, 운영 현황 제공 • AI 제어 시스템의 해결 과제 설정 • 엔지니어링(기존 CENTUM VP 통합 생산 제어 시스템과의 연결) • AI 제어 시스템 기준 안전성 및 유효성 평가 • 실제 공장 내 AI 제어 시스템 도입에 필요한 안전 시스템 고려
Yokogawa	<ul style="list-style-type: none"> • 제안 기획(AI 시스템 사양, 일정 조정 등) • AI 시스템 구축 • 엔지니어링(기존 CENTUM VP 통합 생산 제어 시스템과의 연계 조정 등) • 유지 및 관리

4. 결과 및 기존 제어 시스템과의 비교

요약	
<ul style="list-style-type: none"> • 두 회사의 노하우를 결합하고 실제 공장에서 기존 제어 방식으로는 자동화할 수 없는 영역에 주력함으로써 강화 학습 기반 AI를 시스템 및 운영에 안전하게 적용할 수 있는 방법을 찾을 수 있었다. • 통합 생산 제어 시스템을 통해 35일 연속 제어를 달성하는 동시에 출하에 적합한 제품을 성공적으로 생산했다. • 이러한 결과는 FKDPP(강화 학습 기반 AI)가 차세대 제어 기술로 전 세계 공장 자율화, ROI 극대화 및 환경 지속 가능성에 크게 이바지할 수 있다는 것을 보여준다. 	
사람의 개입	<ul style="list-style-type: none"> • CENTUM VP 통합 생산 제어 시스템과 통합된 AI 자율 제어 시스템 • 모니터링 외 기본적으로 사람의 개입이 필요하지 않음
품질	<ul style="list-style-type: none"> • 엄격한 표준을 준수하고 출하에 적합한 좋은 품질의 제품을 안정적으로 생산함
수율	<ul style="list-style-type: none"> • 원자재를 효율적으로 제품화함
에너지 절감	<ul style="list-style-type: none"> • 폐열을 열원으로 최대한 활용해 CO2 배출량 저감 및 에너지 절감 달성

비용	<ul style="list-style-type: none"> • 좋은 품질의 제품만을 생산함으로써 규격 외 제품 생산으로 발생하는 연료비와 인건비 절약
시간	<ul style="list-style-type: none"> • 좋은 품질의 제품만을 생산함으로써 규격 외 제품 생산으로 인한 시간 손실 제거
안전성	<ul style="list-style-type: none"> • 숙련된 작업자가 1년 365일 24시간 수동 제어를 수행할 필요가 없어 인력 부담 감소 및 오류 방지로 보다 높은 수준의 안전성 보장

5. [참조] 플랜트 제어에 사용된 AI의 주요 특징

구분		특징	이점
자율 제어	<p>기존 제어 방식(PID 제어/APC)으로 자동화할 수 없는 영역에 대해 AI가 스스로 최적의 제어 방법을 추론하고, 아직 발생하지 않은 상황을 어느 정도 자율적으로 제어할 수 있는 강건성(robustness) 보유</p>	<p>AI가 스스로 학습하고 추론한 제어 모델을 기반으로 각 상황에 필요한 제어 수준 입력</p>	<p>FKDPP의 이점: (1) 기존 제어 기술(PID 제어 및 APC)로는 제어 자동화가 불가능한 상황에서 고품질 제품 생산 및 에너지 절감과 같은 상충되는 목표를 동시에 해결. (2) 생산성 향상(품질, 에너지 절약, 수율, 정착 시간 단축) (3) 단순성(학습 시도 횟수가 적고 레이블 지정 데이터를 가져올 필요가 없음) (4) 설명 가능한 작업 (5) 기존 시스템과 동일한 안전성(높은 강건성으로 기존 통합 생산 제어 시스템에 직접 연결 가능)</p>
기존 자동화 구축 영역 지원	<p>기존 제어 방식(PID 제어/APC)으로 자동화가 구현된 영역에 대해 현재 운영자가 수행하고 있는 목표값을 입력하는 작업을 AI가 대신 수행 가능</p>	<p>AI가 과거의 제어 데이터를 활용해 계산 수행 및 목표값 입력</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 수작업 자동화 및 안정적인 운영 가능
작업자 운영 지원	<p>AI가 오퍼레이터의 작업 수행에 참조할 목표값 제안</p>	<p>AI가 과거 제어 데이터를 기준으로 사람에게 목표값 제안</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자 숙련도에 따른 편차 제거