**텍스트, 스크린샷, 소프트웨어, 멀티미디어 소프트웨어이(가) 표시된 사진

AI 생성 콘텐츠는 정확하지 않을 수 있습니다.**

**[1단계 - 1차년도]**

**1. 자율제어 AI 에이전트 구조 설계**

* 자율제어 AI 에이전트의 구조 및 기능 정의
* 자율제어 AI 에이전트는 실시간으로 변화하는 공정상태를 인식하고, 변화하는 상황에 맞게 의사결정을 내리고, 의사결정의 위험도를 평가하며, 가장 효용이 높은 액션을 선정하여 공정을 자율제어하는 에이전트로 정의함.
* 공정상태의 인식, 분석을 위해 대체 모델 근사 모듈을 사용. 실제 공정과 유사한 출력을 발생시키는 대체 모델 근사 모듈의 출력값을 이용하여 공정 상황에서 발생할 수 있는 다양한 환경변수에 대해 대응한 능력을 학습함.
* 의사결정을 내리고, 위험을 판단하기 위해 자율제어 의사결정 모델을 포함하여 자율제어 의사결정 위험평가 모듈을 정의함. 에이전트의 의사결정에 대한 이해를 돕기 위한 의사결정설명 모듈을 포함.
* 의사결정을 토대로 최적/최대 효용의 액션을 선택하기 위한 자율제어 액션 후보군 생성 모델 포함.

**2. 실공정 제약 조건 정의 모듈 개발**

* 실 공정 제약 조건 정의 모듈의 기능 및 정의
* 실 공정 제약 조건은 실제 제조 공정에서 발생하는 물리적, 기술적 제약 조건을 모델이 학습할 수 있는 수치적 형태로 정의하는 모듈.
* 공학적 물리 법칙, 비용, 운영적 제약과 같은 공정 및 실제 현상을 정의하며, 수치적 형태로 자율제어 AI 학습에 응용함. 자율제어 모델이 공정의 제약조건을 위배하지 않는 자율제어를 달성할 수 있도록 보장.

**[2단계 - 1차년도]**

**1. 대체 모델 근사 모듈 개발**

* 대체 모델 근사 모듈의 기능 및 정의
* 공정 시스템을 근사하여 빠르고 효율적인 분석, 최적화를 가능하게 하는 모듈인 대체 모델 근사 모듈을 개발함.
* 공정 데이터, 시뮬레이션 모델을 통해 입출력 데이터를 수집함. 공정의 복잡도 및 수집한 데이터의 특성에 따라 적합한 근사기법을 선택하여 대체 모델 후보군을 선정함.
* 근사 모델의 출력값과 실제 공정 및 시뮬레이션 출력값을 비교하여 모델의 근사 성능을 평가함. 평가된 성능 지표에 따라 최종 모델을 선정하는 알고리즘 개발.

**[2단계 - 2차년도]**

**1. 자율제어 의사결정 모듈 개발**

* 자율제어 의사결정 모듈 기능 및 정의
* 자율제어 의사결정 모듈은 입력 데이터를 통해 실시간으로 공정의 상황을 파악하고 의사결정을 통해 공정을 제어하는 모듈로 자율제어 AI 에이전트의 핵심이 되는 모델. 자율제어 의사결정 모듈은 시스템의 인위적 개입 없이 데이터 분석, 환경 변화 감지를 통해 생산성 증대/품질 개선 등의 목표를 달성하는 최적의 의사결정 수립.
* 자율제어 의사결정 모듈 개발 범위
* 자율제어 의사결정을 위한 제어 대상 시스템의 특성, 환경 변수, 제약 조건등을 분석하고 의사결정 모듈의 요구사항 정의. 이후 대상 시스템의 데이터를 수집, 분석하여 모델 학습을 위한 데이터 구축.
* 구축 데이터셋을 토대로 자율제어 의사결정 알고리즘 개발. 모델기반 제어/강화학습/휴리스틱 기반 접근 방식의 알고리즘 후보군 선정. 구축 데이터셋의 입, 출력값을 이용해 최적의 의사결정을 도출하는 모델 선정.
* 실제 시스템과 통합하여 작동 후 모듈의 성능 평가. 튜닝과 최적화를 통한 모델의 개선으로 유지보수 및 고도화 수행.

**2. 자율제어 의사결정 설명 모듈 개발**

* 자율제어 의사결정 설명 모듈 기능 및 정의
  + 자율제어 의사결정 모듈의 의사결정에 대한 이유와 과정을 사람이 이해하기 쉽게 설명해주는 기능을 수행. 이는 모듈의 신뢰성, 안정성을 보장하기 위해 설계된 모듈로 의사결정에 사용된 데이터, 알고리즘의 논리, 의사결정의 근거를 사용자에게 제공하는 역할. 또한 모듈에서 오류가 발생했을 때 오류가 발생한 원인 분석이 가능하여 의사결정 모듈의 개선에 도움을 줌.
* 자율제어 의사결정 설명 모듈 개발 범위
  + 주요 기능 및 상세 요구사항 그리고 대상 사용자 및 설명의 수준 정도를 정의하여 수집 및 이용할 데이터의 범주를 설정
  + 자율제어 의사결정 모듈의 알고리즘 구조를 분석하여 입력 데이터, 변수 중요도 혹은 모듈 내부의 동작을 설명 가능한 형태로 변환할 방법 개발
  + 자율제어 의사결정 모듈 자체가 설명 가능한 부분을 내포하는 LIME, SHAP, NAM 과 같은 유형의 모델일 경우, 설명 가능한 레이어의 정보를 사람이 이해할 수 있는 형태로 변환.
  + 모델 학습 이후, 다양한 가상 시나리오 수립. 모듈의 설명 형태를 보고 정확성, 유용성 여부를 판단하여 모델 개선 및 적용 고도화에 활용

**[2단계 - 3차년도]**

**1. 자율제어 액션 후보군 생성 모듈 개발**

* 자율제어 액션 후보군 생성 모듈 기능 정의
* 자율제어 액션 추천 모듈이 검색하는 액션 데이터베이스 내 제어 액션들을 기존 제어 집합으로부터 구성하거나 신규 제어 액션들을 생성하는 기능을 제공.
* 대상 공정별 기존 제어 로그를 분석하고 체계적으로 정리(exploitation)하여 새로운 액션을 생성.
* 각 액션의 보상 및 제어 결과를 예측하여 목표치를 최대로 달성하면서, 동시에 예측의 불확실성을 최소화하고 보상을 극대화할 수 있는 탐색(exploration) 액션을 설계.
* 자율제어 액션 후보군 생성 알고리즘 개요
* Exploitation 기반 액션 생성: 기존의 제어 데이터를 활용하여 위험도를 낮춘 액션을 생성하며, 제조 현장에서의 실패 비용을 최소화하는 데 중점을 두고 생성.
* Exploration 기반 액션 생성: 기존 데이터에 존재하지 않는 새로운 액션을 생성하며, 위험도와 불확실성을 고려하여 최적의 제어 결과를 도출하는 trajectory를 탐색.
* 액션-상태 로그 데이터와 결과 데이터를 매칭하는 알고리즘 설계.
* 다양한 시나리오에서 최적의 액션-상태 시퀀스를 도출하는 exploitation 기반 알고리즘 개발.
* 기존 데이터에 존재하지 않는 액션에 대해 위험도와 불확실성을 반영한 trajectory 탐색 및 새로운 액션-상태 생성 알고리즘 개발.

**[3단계 - 1차년도]**

**1. 개별 에이전트 고도화**

* 작업자 선호를 반영한 오케스트레이션/모니터링/예측/자율제어 에이전트 고도화.
  + 공정 제어 시 작업자의 상황 별 암묵지는 실공정 운용에 있어 매우 중요한 요소로 작용.
    1. 자율제어 AI 에이전트는 의사결정 시 현장에서 축적된 암묵지를 습득하고, 공정 개선에 활용도 높은 자율제어 제공 가능.
* 제약 상황을 반영한 오케스트레이션/모니터링/예측/자율제어 에이전트 고도화.
  + 제약 상황 기반 AI 에이전트 고도화 알고리즘을 실제 개별 에이전트에 적용하기 위해 적용 사례 별 제약 상황 설계 필요.
  + 자율제어 AI 에이전트 의사결정의 공정 안전 및 환경 규제를 위반 여부 검증 및 제약 경계 근접 시 의사결정 수용을 위한 고도화.