

스마트팩토리 최종 프로젝트 기획서

1. 프로젝트 개요 📌

1.1 프로젝트 이름 🗂

스마트 팩토리 MES(Manufacturing Execution System) 프로젝트

1.2 프로젝트 설명 🦻

모듈형 MES 공정 데이터 파이프라인 설계 프로젝트입니다.

데이터 분석이 아닌, 데이터 기반 의사 결정 인프라를 구축하는 데 중점을 두었습니다.

★ Why This Project?

💡 선택 배경

현재 제조 산업은 단순한 자동화를 넘어, **데이터 기반 의사결정 체계로의 전환**이 요구되고 있습니다.

하지만 기존의 MES 시스템은 **고정된 구조와 일괄적인 기능 중심**으로 설계되어 있어, **기업마다 다른 생산 환경과 요구사항**을 반영하기 어려습니다

이에 따라 저희 팀은 **기능 단위로 나눠 쉽게 조립하고 확장할 수 있는 모듈화 구조**를 채택함으로써, **기업의 공정 규모나 운영 방식에 따라 유연하게 커스터마이징이 가능한 MES 플랫폼**을 설계하고자 했습니다.

또한, 이 플랫폼에 **MLOps를 접목**하여 공정 데이터를 기반으로 한 자동 분석 및 예측 기능까지 더한, **지속적으로 진화 가능한 차세대 스마트팩토리 솔루션**을 구현해보기로 했습니다.

📈 시장성

- 중소/중견 제조업체의 스마트팩토리 도입 수요 증가
- 예지보전, 품질 추적, 생산 최적화 등 AI 융합 기능의 상용화 가능성
- 범용 MES 시장에서 모듈형 솔루션이 주목받고 있음

→ 우리 프로젝트는 커스터마이징 가능한 구조를 통해 이 수요에 대응 가능

🐞 기술적 도전

- MLOps 자동화, 실시간 공정 데이터 연동, GUI 기반 MES 구현까지 **풀 스택 레벨의 통합 시스템** 설계를 시도하는 것이 핵심입니다.
- 단순한 코드 구현을 넘어서,

"현장 중심의 데이터 흐름"을 체계화하는 아키텍처 설계를 목표로 삼았습니다.

[★] 고객 맞춤형 모듈 조립이 가능한 MES 프로그램으로, 주요 기능은 아래와 같습니다.

▼ 📊 데이터 관리

실시간 기기 데이터

기계/설비 가동시간

데이터 매칭

이상 탐지

▼ 🔽 품질 관리

품질 편차 측정

예지 보전

공정 분석

SPC

1.3 주요 기술 스택

카테고리	📦 사용 기술	<u></u> 설명
🔢 데이터베이스 (DB)	SQL, AWS RDS	정형/비정형 데이터를 안정적으로 저장 및 관리
🎃 MLOps / 데이터 분석	Python , Pytorch , Scikit-learn , Pandas	머신러닝 모델 개발 및 데이터 전처리
⊚ MLOps 도구	MLflow , Airflow	실험 관리 및 워크플로 자동화
🚀 서빙 & 분석 환경	FastAPI , Jupyter Lab	모델 서빙 및 분석 환경 구축
MES 시스템 구현	MFC(C++)	고성능 GUI 기반 MES 프로그램 제작 (MFC 등 활용)
🕌 대시보드 구현	Python , Pandas , Plotly	Python 기반 대시보드 프로그램 제작 (MES 연동)
ৣ 협업 툴	Slack	실시간 커뮤니케이션 및 피드백 공유
🝣 프로그램 연동/배포	Docker	모듈화 및 환경 일관성 확보 (컨테이너 기반 배포)

2. 팀 구성 및 역할 분담 👥

2.1 팀 소개 🚊

HIM

2.2 역할 분담 📝

팀 내 각 개인의 역할과 책임을 명시하세요.

이름 👤	역할 👘	주요 업무 🏋
지평진	팀장	총괄, MLOps, PPT 초안 제작, 발표
고찬국	팀원	MES 대시 보드 구성
김민창	팀원	DB
김사무엘	팀원	PPT 제작, MES GUI 구성(MFC)
송창우	팀원	MLOps
부처	멘탈 케어 전문가	마음 속의 번뇌 관리 담당 🗘

3. 프로젝트 세부 계획

3.1 일정 및 마일스톤 📌

마일스톤 🧩	목표 날짜 Ö	세부 설명 💹
프로젝트 기획 및 업무 분담	2025-04-14	파트 분담 및 전체 아키텍처 기획
주요 기능 중간 점검	2025-04-25	중간 결과물 점검
주요 기능 완성	2025-04-28	기능별 1차 구현 완료
기능 연동 완료	2025-05-04	기능 통합 및 최종 테스트
발표	2025-05-09	발표자료 완성 및 최종 리허설

☑ 팀원 개인일정표 (상세정보 포함)

▼ 📆 지평진 팀장 – 상세 개인 일정표

날짜	업무 제목	세부 업무 내용	산출물	상태
2025-04-14	프로젝트 기획 회의	전체 프로젝트 구조 기획 및 역할 분담 조율	프로젝트 아키텍처 초안, 역할 분담 표	▼ 완료
2025-04-15	MLOps 요구사항 정 의	사용할 파이프라인 도구 (e.g., Airflow, MLflow 등) 조사 및 논의	도구 비교표, 선택된 기술 스택	▼ 완료
2025-04-16	DAG 구조 설계	데이터 흐름, 전처리, 학습, 서빙 흐름 정의	DAG 설계도 (그림 or 노션 정리 본)	▼ 완료
2025-04-17	발표자료 구조 잡기	발표 개요 및 논리 흐름 뼈대 작성	PPT 목차, 개요 슬라이드 초안	⇒ 보류
2025-04-18	팀 내 공유 및 피드백 수렴	DAG 설계 및 발표 개요 공유, 피드백 반영	회의 요약 정리, 반영 사항 리스트	▼ 완료
2025-04-19~20	MLOps 구성 파일 준 비	Docker 기반 개발환경 세팅, MLflow 초기 구성	requirements.txt, Dockerfile, MLflow 테스트 결과	✓ 완료
2025-04-21	중간 점검 회의	각 파트별 결과물 점검, 일정 재조정	회의록, 중간 점검 피드백 정리	▼ 완료
2025-04- 25~28	발표 자료 본격 작성	시스템 구성, MLOps 흐름 설명 슬라이 드 제작	발표용 PPT v1.0	soon 보류
2025-04- 25~27	MLOps 구현 마무리	학습 자동화, 로깅, 모델 저장 테스트	학습 파이프라인, 모델 결과 저장 확인	▼ 완료
2025-04-28	기능 구현 마감	전체 MLOps 파이프라인 기능 검수 및 코드 정리	코드 정리본, 실행 영상 (Optional)	▼ 완료
2025-04- 29~30	발표 연습용 스크립트 작성	슬라이드 기반 발표 대본 작성	발표 스크립트 초안	▼ 완료
2025-05-01~03	팀원 발표 피드백	팀 발표 연습, 발표 자료 통합, 시간 조 율	팀 발표 버전 PPT v2.0	soon 보류
2025-05-04	시스템 연동 테스트	MLOps + MES GUI + DB 연결 테스 트	통합 테스트 결과 요약	▼ 완료
2025-05- 05~07	최종 발표 준비	리허설 2회, 질의응답 예상 정리	발표 스크립트 완성본, Q&A 리스 트	▼ 완료
2025-05-09	최종 발표	발표 수행 및 결과 제출	발표 영상, 제출물	▼ 완료

▼ 📆 송창우 – 상세 개인 일정표

날짜	업무 제목	세부 업무 내용	산출물	상태
2025-04-14	역할 분담 확인	MLOps 공동 담당 역할 조율	역할 문서 요약	▼ 완료
2025-04-15~18	Docker 구동 환경 구축	Docker에 대한 공부, Docker의 Windows 환 경에서의 구동 여부 확인	Docker 구동을 위한 Linux 환경 Windows에서 프로젝트의 Docker 구동 확인	▼ 완료
2025-04-19~22	MLflow 환경 구축	MLOps 테스트 환경용 MLflow 환경 구축 실제 모델 테스트에 대비한 코드 구현 및 학십	MLflow 환경 설정 MLflow로 진행한 테스트와 저장된 모델	✔ 완료
2025-04- 23~24	시스템 일관성 문제 해결	MLOps 전체 시스템의 경로 처리, 로깅, 타입 힌트 등의 일관성 문제 해결	일관성을 유지하는 코드 중간 과정에서 코드 오류 해 결	▼ 완료
2025-04- 25~28	모델 테스트	MLflow를 활용하여 학습된 모델들에 대하여 테 스트 진행, 가장 적합한 모델을 자동으로 선택하 도록 함	서빙 코드, 테스트 결과	☑ 실패
2025-04- 29~30	기능 검수	MLOps 기능 동작 여부 최종 점검	실행 로그, 문제 리스트	▼ 완료
2025-05-01~03	시연 준비	결과값 기반 시연 자료 구성	예측 결과 정리, 시연 샘플	▼ 완료
2025-05-04	시스템 통합 테스트	MLOps 결과가 GUI와 DB에 전달되는지 확인	통합 로그	▼ 완료

▼ 📆 고찬국 – 상세 개인 일정표

날짜	업무 제목	세부 업무 내용	산출물	상태	
----	-------	----------	-----	----	--

2025-04-14	조사	MES 시스템 검색 및 그에 걸맞는 대시보드 예시 조사	4/14 일일 업무일지	▼ 완료
2025-04-15~17	설계 및 샘플 구현	적합한 프레임워크, 라이브러리 선정 및 샘플 설계	초기 샘플 구현 코드, 대시보드	▼ 완료
2025-04-18~20	샘플 수정	의사 수렴 후 스타일과 각종 기능 수정 및 추 가 구현	일부 수정된 샘플 대시보드	▼ 완료
2025-04-25	중간 점검	실시간 시연 및 피드백 수렴	대시보드 1차 완성본(시연용)	▼ 완료
2025-04-25~30	실제 구현	피드백을 기반으로 데이터에 맞게 구상	데이터 반영되는 리얼 대시보드	▼ 완료
2025-05-01 ~ 03	기능 통합 준비	MFC, DB에 연동되게 작성	연동용 가이드 문서	▼ 완료
2025-05-07	연동 테스트	MFC, DB(FastAPI) 연동 테스트 여부 확인	최종 대시보드 작성본 (~25- 05-09)	▼ 완료

▼ 📆 김민창 – 상세 개인 일정표

날짜	업무 제목	세부 업무 내용	산출물	상태
2025-04-14	DB 구조 설계	MES용 데이터 분류 (설비/센서/품질/AI 로그), ERD 작성	ERD 다이어그램, 테 이블 정의서	▼ 완료
2025-04-15~16	초기 DB 구축	MySQL 테이블 생 성, 제약조건 설정, 샘플 데이터 삽입	CREATE TABLE SQL, 샘플 INSERT 스크립트	▼ 완료
2025-04-16	AWS 서버 공부, RDS 구축 및 연동	RDS 인스턴스 생성, 외부 접속 허용, SQL Workbench 연결 테스트	AWS RDS 설정 , 접속 성공 인증	▼ 완료
2025-04-17~19	EC2 공부 및 FastAPI 도입 검토	EC2 인스턴스 생성, 포트 개방, SSH 접 속, EC2에서 API 운 영 필요성 판단	EC2 접속 문서, 사 용 목적 정리	▼ 완료
2025-04-20	FastAPI 서버 로컬 테스트 / Docker 공 부	로컬 FastAPI 서버 구현, Swagger 테 스트, Dockerfile 작성	FastAPI 앱, docker run 테스트 로그	▼ 완료
2025-04-21	FastAPI EC2 서버 배포	Docker 이미지 EC2 업로드 및 실 행, RDS 연동 테스 트	EC2 실행 로그, Swagger 접속 확 인	✔ 완료
2025-04-22~23	사용 데이터 재검토 및 구조 보완	학습/운영 데이터 분 리, vibration 테이 블 구조 개선 (측정/ 수집 시각 분리)	DB 리팩토링 설계 서, 수정 SQL	✔ 완료
2025-04-23	DB 재설계 및 학습 데이터 삽입	DB 재생성, 약 150 만건 이상 진동 데이 터 삽입, 중복 방지 및 속도 최적화	Bulk insert API, 업 로드 성능 로그	▼ 완료
2025-04-24~	대시보드 제작 및 API 재설계	Streamlit 대시보드 구현, 시각화/필터 링/슬라이더 등 추가 기능 구현	Streamlit 앱, altair 차트, API 개선 로그	▼ 완료
2025-04-24~	대시보드/FastAPI 통합 및 EC2 서버 배포	Streamlit 앱을 FastAPI와 연동, EC2 내에서 통합 운 영 환경 구성. Supervisor 혹은 Docker Compose 활용	통합된 Docker 환 경 설정 파일, EC2 배포 로그	▼ 완료

2025-04-24~	Mes / 대시보드 연 동	에서 대시보드 피드	MES-Dashboard 연동 보고서, Streamlit 개선 스냅 샷	▼ 완료
-------------	-------------------	------------	--	------

▼ 📆 김사무엘 – 상세 개인 일정표

날짜	업무 제목	세부 업무 내용	산출물	상태	
2025-04-14	역할 분담 확인	PPT 및 MES GUI(MFC) 역할 확인, 일정 조율	역할 체크리스트	▼ 완료	
2025-04-15~17	GUI(MFC) 설계	MFC 기반 인터페 이스 기획 및 프레 임 작성	GUI 설계 문서	▼ 완료	
2025-04- 18~29	GUI 개발 및 구현	MES 기능 시각화 GUI 1차 구현	MFC 실행파일 or 화면 캡처	▼ 완료	
2025-04-25	중간 점검	중간 점검 발표 자 료 준비	중간 점검 PDF or PPT 자료	▼ 완료	
2025-04-30 ~ 05-03	PPT 작성	PPT 구상 및 작성	n차 PPT 작성	▼ 완료	
2025-05-04	시스템 통합 테스 트	GUI + DB + MLOps 통합 테 스트 참여	테스트 결과 보고 서	soon 예정	
2025-05- 05~07	PPT 최종 정리 및 발표 리허설	전체 슬라이드 통 합, 시간 맞춤 발 표 연습	최종 PPT, 발표 리허설 영상	✓ 완료	

▼ 📆 부처 – 상세 개인 일정표 쓸

날짜	업무 제목	세부 업무 내용	산출물	상태
2025-04-14	프로젝트 킥오프 케어	팀원 정신건강 체크, 긍정 마인드 주입	응원 메시지, 티타임 제안	✔ 완료
2025-04-21	중간 점검일 힐링 타임	집중력 저하 방지 위한 스트레칭 or 명상 유도	간식 리스트, 명상 오디오	⇒ 예정
2025-05-03	발표 전 긴장 해소	발표 불안 완화, 팀 응집력 강화 활동 제안	팀 응원 카드, 짧은 명상 영상	⇒ 예정
2025-05-09	발표 후 정리	프로젝트 마무리 멘트, 분위기 정리	회고록 감성판 or 멘트 카드	⇒ 예정

3.2 개발 프로세스 및 팀 룰 🍥

- 3.2.1 개발 프로세스 💽
- ▼ 분업을 통한 개발 속도 효율화
 - 기능별 담당자 분업
 - 각 기능 완성 후 중간 리뷰
 - 기능 통합 및 테스트
 - 최종 리팩토링 및 발표

3.2.2 팀 룰

- ▼ 철저한 상명하복
 - 1. 본 팀장을 실망시키지 않을 것
 - 2. 팀장 알지? 시키는 거만 하면 터치 안 하는 거.
 - 3. 💹 "팀장 화나면 무섭다"는 전설이 있다

프로젝트 관련 이야기는 강의실에서만 하기

트러블슈팅 에러 및 버그 발생 시 정리해둘 것

4. 기능 명세서 🧩

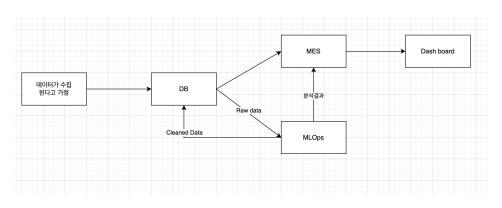
4.1 핵심 기능 리스트 🎯

프로젝트의 주요 기능들을 목록으로 작성하세요.

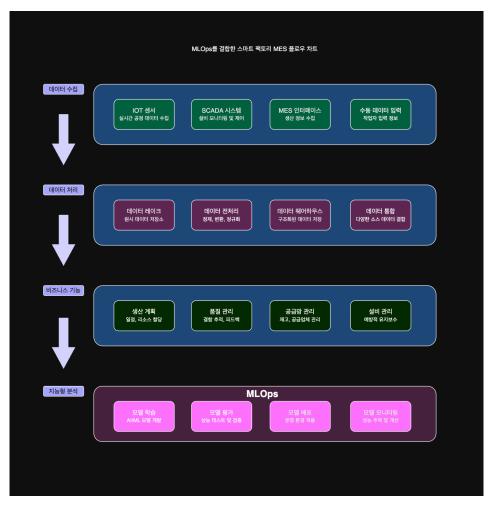
기능 이름 🏋	설명 🔾
DAG	MLops 파이프라인 설정
대시 보드 GUI	공정 상황을 시각화하는 대시보드 구성
DB 관리	정형/비정형 데이터 저장 및 처리
DB 연결	ML 학습용 데이터 저장 및 활용
Lot tracking	생산·품질·자재·설비 이력 추적
자동 모델 학습 시스템 구축	ML 자동 학습 분석 환경 구축
모델 서빙	실서비스에서 모델 활용 가능 상태로 배포
품질 관리 기능	품질 관리와 관련된 기능
공급망 관리 기능	공급망 관리와 관련된 기능
생산 계획 기능	우선 순위 대로 생산 일정을 조정하는 기능
모듈화	Docker를 활용하여 프로그램을 모듈로 만들기

4.2 플로우 차트

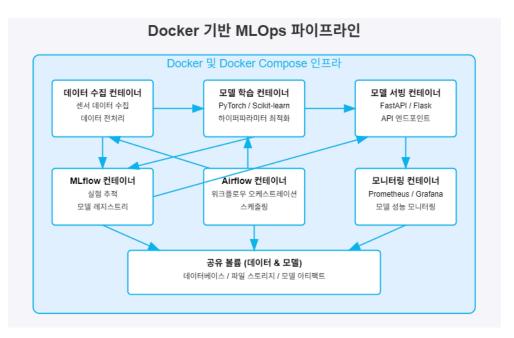
▼ 전체 플로우 차트



▼ MES 플로우 차트



▼ MLOps Pipeline

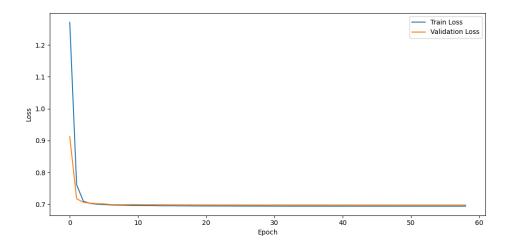


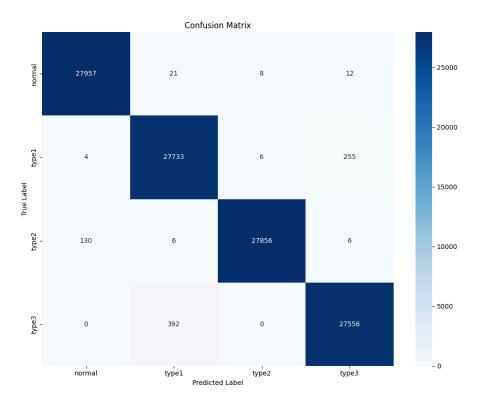
▼ MLOPS Airflow 프로세스 구성

airflow_flow.png

▼ 모델 학습 결과

```
2025-04-24 06:45:34,246 - __main__ - INFO - 론동 행렬 시각화 서상: /app/plots/confusion_matrix.png
2025-04-24 06:45:34,249 - __main__ - INFO - 테스트 데이터 평가 결과:
2025-04-24 06:45:34,249 - __main__ - INFO - - 정확도: 0.9735
2025-04-24 06:45:34,249 - __main__ - INFO - - 혼동 행렬:
[[27942, 36, 20, 0], [4, 26757, 6, 1231], [187, 7, 27800, 4], [0, 1476, 0, 26472]]
2025-04-24 06:45:34,254 - __main__ - INFO - 최종 모델 저장 완료: train/sensor_classifier_20250424_064534.pth
2025-04-24 06:45:34,265 - __main__ - INFO - 평가 결과 저장 완료: /app/data/processed/evaluation_result.json
PS C:\Users\JPJ\PycharmProjects\sqc\final>
```





5. 기타

5.1 참고 자료 및 링크

프로젝트 기획서.pdf

도커 튜토리얼.pdf

mlops tutorial.pdf

통합 예시.pdf

비즈니스 기능 축소.pdf

MES와 MLOps 시스템의 성능 평가 방법론.txt

5.2 부가 정보

기타 필요한 정보 작성

5.3 일일 업무 일지

<u>김민창</u>

<u>고찬국</u>

<u>송창우</u>

<u>김사무엘</u>

<u>지평진</u>

5.4 데이터 후보군

https://www.kaggle.com/datasets/danielbacioiu/tig-aluminium-5083

https://www.kaggle.com/datasets/paresh2047/uci-semcom

https://www.kaggle.com/code/aakashveera/bosch-production-line-performance

 $\underline{https://www.kaggle.com/code/hansenbdl/predictive-maintenance-part-i-failure-mode\#Conclusion:}$

5.5 중간발표 피드백

<u>중간발표 피드백</u>

<u>지평진 - 회고록</u>

<u> 송창우 - 회고록</u>

<u>김민창 - 회고록</u>

<u>고찬국 - 회고록</u>

<u>김사무엘 - 회고록</u>

<u>송창우 - 트러블슈팅</u>

<u>김민창 - 트러블슈팅</u>

<u>고찬국 - 트러블슈팅</u>

<u> 김사무엘 - 트러블슈팅</u>

<u>프로젝트 성과 및 주요 성취</u>

<u>최종프로젝트_평가표</u>