

[서식1]

공급기업 등록신청서

기업명	주식회사 업루트		홈페이지	www.uproot.app	
대표자명	이정우		대표자 연락처	010-9677-4057	
			대표자 이메일	jwlee@uproot.app	
참여기업현황	사업자등록번호	546-88-02889		설립일자	2024.01.04
	업종코드	62010		기업형태	<input checked="" type="checkbox"/> 법인 <input type="checkbox"/> 개인
	주소	(48060) 부산 해운대구 센텀3로 26, 센텀스퀘어 1001호 / (우동 1506)			
	구분	2021년	2022년	2023년	2024년
	매출액[억원]	-	-	-	2
	상시인력[명]	-	-	-	3
실무담당자	성명 / 직위	윤동민 / 팀장		사무실 전화	070-8095-3747
	휴대전화	010-4964-9054		이메일	con@uproot.app
주요실적 (최대 5건)	프로젝트명	발주처		금액	
	조선 제품개발설계용 경량화 멀티모달(sLLM 시스템)구축	(주)투그램		100(백만원)	
	문서 지식 DB 스펙추출 및 문서작성지원 LLM 시스템 구축	(주)투그램		100(백만원)	
	개인 맞춤형 자연어 기반의 개발 요구사항 AI 자동견적 시스템 개발	중소벤처기업부		120(백만원)	
	기계부품 산업의 제품고도화를 위한 경량화 멀티모달 모델 기반 솔루션	창업진흥원		115(백만원)	
	AI 설계도면 분석을 통한 BOM 자동 생성 기술 개발	부산벤처기업협회 (주)파나시아		8(백만원)	

명지·녹산 스마트그린산단 AX 실증산단 구축사업 공급기업 등록 신청서를 제출합니다.

2025년 11월 10 일

신청기업 : 주식회사 업루트 (직인)
(기업대표) : 이정우 (인)

부산시기계공업협동조합 이사장 귀하

1. 기업 개요

* 연도별 재무제표를 기준으로 작성

1.1. 일반 현황

기업명	주식회사 업루트	사업자번호	546-88-02889
대표자	이정우	법인번호	180111-1539791
소재지	(48060) 부산 해운대구 센텀3로 26, 센텀스퀘어 1001호 / (우동 1506)		
자본금(자본총계)	10 (백만원)	설립년도	2024년 01월 04일
재무현황	단위 : 백만원		

자산 총계 (a)	86	매출액 (e)	200
자본금 (b)	10	경상이익 (f)	1
자본총계 (c)	10	경상이익율 (f/a)	0.08
부채총계 (d)	75	부채비율 (d/c)	7

인력현황

구분	인원(명)	구분	인원(명)
대표	1	백엔드 개발	1
AI / 시스템 개발	3		

※ 관련 부서별 담당인력의 규모 및 담당업무 등을 기술

전문분야

당사는 AI 기반 도면 인식 및 자동화 솔루션 개발에 특화된 기술 인력을 보유하고 있으며, 각 인력은 인공지능 모델 설계, 시각 인식 알고리즘, 시스템 아키텍처 구축, 산업 도메인 지식 등 다양한 전문분야에서 실무 경험을 축적하였고, 본 과제 수행을 위한 주요 인력의 전문 분야는 다음과 같음.

1) AI 모델 개발 및 연구

- 딥러닝 프레임워크 전문성: 딥러닝 모델 설계 및 최적화 경험 보유
- 최신 Vision-Language 모델 활용: 최신 멀티모달 AI 모델 연구 및 실무 적용
- 도면 특화 알고리즘 개발 (객체 검출, 선분·심볼·영역 분할 설계)
- GraphSAGE 기반 도면 세그멘테이션
- VLM 기반 맥락 분석: 대규모 시각언어모델(Vision-Language Model)을 활용한 도면의 맥락적 의미 해석, 심볼-텍스트-치수 간 관계

2) 데이터 엔지니어링 및 지식 관리

- RAG(Retrieval-Augmented Generation) 시스템 구축
- GraphRAG를 활용한 지식 그래프 구축 및 관계형 데이터 추론

3) 시스템 아키텍처 및 통합 개발

- 백엔드 시스템 개발: RESTful API 서버 설계 및 마이크로서비스 아키텍처(MSA) 구현 (Docker)
- 프론트엔드 개발: 사용자 친화적 웹 UI/UX 설계
- 도면 인식 결과 실시간 시각화, 인터랙티브 편집 기능 제공

1.2. R&D 현황

기술 개발 전담 조직	① 부설연구소	등록번호 : (2025년 01월) 2025110286		
		전담인력: 1명 (박사 1명, 석사 1명, 학사이하 1명)		
	② 연구개발 전담 조직 (개발/설계 관련부서)	전담인력: 1명 (박사 1명, 석사 1명, 학사이하 1명)		
	③ 기타 관련 부서 (기술/품질 관련부서 등)	부서명 : AI DT	인원 : 2명	
구 분	명 칭	일 자	인증기관	
인증 현황	벤처기업확인서 - 혁신성장유형	2025.02.05.	벤처기업협회	
	기업부설연구소	2025.01.13.	한국산업기술진흥협회	
	창업기업확인서	2025.02.18.	중소벤처기업부	
	소프트웨어사업자	2025.02.18.	한국소프트웨어산업협회	
	데이터사업자	2024.12.03	과학기술정보통신부	
	전문연구사업자(주문연구사업자)	2025.02.19	한국연구산업협회	
	AI 바우처 공급기업 지정	2024.01	과학기술정보통신부	
	데이터바우처 공급기업 지정	2025.01.01	한국데이터산업진흥원	
	직접생산확인증명서 - 경영정보시스템 (8111179901) - 데이터서비스 (8111200202) - 인터넷서비스 (8111219901) - 시스템 관리 (8111181101, 8111189901) - 소프트웨어유지및지원 (8111229901) - 소프트웨어엔지니어링업 (8111159801, 8111159901)	2025.02.26	한국중소벤처기업유통원	
	딥러닝 기반 RAG 및 함수 클러스터링을 이용한 VBA 코드 자동 추천 시스템 및 방법_특허출원	2025.02.27	특허청	
특허 현황	클라우드 기반 온디맨드 업무 자동화 시스템의 형성방법_특허등록	2025.01.15	특허청	
	고객 요구 대응형 맞춤형 업무 자동화 서비스 제공 시스템_특허등록	2025.01.15	특허청	
	프로그램 자동정형화를 위한 클러스터링 베이스 LLM(대형언어모델) 추론 전처리 프로세스 저작권 등록	2025.02.11	한국저작권위원회	
	산업특화 LLM(대형언어모델)기반의 AI(인공지능) 자동 견적 시스템 저작권 등록	2025.02.03	한국저작권위원회	
	산업도면 심볼 AI 인식을 위한 학습 데이터 확장 솔루션 저작권 등록	2025.11.06	한국저작권위원회	
	AI 도면 심볼 인식 기반 스마트 BOM 분석 및 견적 자동화 솔루션 저작권 등록	2025.11.06	한국저작권위원회	

2. 기업 역량

2.1. 참여인력 현황

No	성명	직위	최종학력				해당분야 근무경력		전문분야
			학교	졸업년도	전공	학위	자격증	경력	
1	이정우	대표	경상대학교	2003	해양생명공학	석사	-	23년	AI 기획
2	김기호	팀장	동의과학대학	2005	컴퓨터정보계열	전문학사	엑셀통계 분석능력	23년	AI 알고리즘
3	윤동민	팀장	동의대학교	2016	디지털미디어공학	석사	-	10년	AI 인프라
4	옥판석	리더	전자공고	1986	기계	-	-	19년	시스템 백엔드
5	강명진	리더	부경대학교	2007	안전공학	중퇴	-	8년	시스템 프론트엔드

2.2. 주요 참여인력 이력사항

(1) 이정우

성명	이정우	직책	대표	생년월일(6자리)	771021
본사업 역할	AI 기획 및 총괄		해당분야 근무경력	23	
주요경력					
프로젝트명	진행시기		담당업무	발주처	
조선 제품개발설계용 경량화 멀티모달(sLLM 시스템)구축	2024.03~2024.09		- 시스템 설계 및 서비스 기획 - LLM 기반 AI 시스템 기술 개발 총괄 - 개발 기술 실증 및 확산 총괄 / 관리	(주)투그램	
개인 맞춤형 자연어 기반의 개발 요구사항 AI 자동견적 시스템 개발	2024.08~2025.09		- 시스템 설계 및 서비스 기획 - 견적 기반 AI 시스템 기술 개발 총괄 - 개발 기술 실증 및 확산 총괄 / 관리	중소벤처기업부	
문서 지식 DB 스펙추출 및 문서작성지원 LLM 시스템 구축	2024.02~2024.10		- 시스템 설계 및 서비스 기획 - AI 시스템 기술 개발 총괄 - 개발 기술 실증 및 확산 총괄 / 관리	(주)투그램	
근무경력					
기업명	근무기간	담당업무		직급	
(주)업루트	24.01~ 현	플랫폼 기획 및 운영		대표	
쿠키	12.09~ 현	사업총괄		대표	
(주)비즈폼	03.09~12.07	플랫폼 기획 및 총괄		총괄	
보유기술					
구분	명칭/프로그램명 등	보유기술			경력
S/W	딥러닝 기반 RAG 및 합수 클러스터링	딥러닝, RAG,			23년
SW	산업특화LLM기반의AI 자동견적 시스템	LLM 추론 전처리, 자동견적			11년

(2) 김기호

성명	김기호	직책	개발이사	생년월일(6자리)	791210
본사업 역할	자동화 개발/기획 관리	해당분야 근무경력		23	
주요경력					
프로젝트명	진행시기	담당업무		발주처	
조선 제품개발설계용 경량화 멀티모달(sLLM 시스템)구축	2024.03~2024.09	- LLM 기반 AI 시스템 기술 개발		(주)투그램	
개인 맞춤형 자연어 기반의 개발 요구사항 AI 자동견적 시스템 개발	2024.08~2025.09	- 시스템 설계 및 서비스 기획 - LLM 기반 AI 시스템 기술 개발		중소벤처기업부	
문서 지식 DB 스펙추출 및 문서작성지원 LLM 시스템 구축	2024.02~2024.10	- 시스템 설계 및 서비스 기획 - LLM 기반 AI 시스템 기술 개발		(주)투그램	
근무경력					
기업명	근무기간	담당업무		직급	
(주)업루트	23.08~ 현	자동화 플랫폼 개발		개발이사	
엑셀쿠키	22.05~ 현	자동화 개발/연구		개발이사	
이지엑셀	14.08~ 현	대표 겸 개발책임자		개발책임	
(주)비즈폼	03.10~12.07	자동화 개발/연구		팀장	
보유기술					
구분	명칭/프로그램명 등	보유기술		경력	
S/W	엑셀자동화 프로그램	엑셀VBA, 액세스DB, SQL		23	
자격증	사무자동화산업기사	컴퓨터활용능력, DB관리, VBA		23	
자격증	엑셀통계분석능력	데이터DB분석/통계/관리 활용		23	

(3) 윤동민

성 명	윤동민	직 책	AI 개발 팀장	생년월일(6자리)	910529
본사업 역할	AI 개발 및 인프라 구축	해당분야 근무경력		10년	
주요경력					
프로젝트명	진행시기	담당업무		발주처	
조선 제품개발설계용 경량화 멀티모달(sLLM 시스템)구축	2024.03~2024.09	- LLM 기반 AI 시스템 기술 개발		(주)투그램	
개인 맞춤형 자연어 기반의 개발 요구사항 AI 자동견적 시스템 개발	2024.08~2025.09	- LLM 기반 AI 시스템 기술 개발 - 인프라 구축 및 R&D 수행		중소벤처기업부	
문서 지식 DB 스펙추출 및 문서작성지원 LLM 시스템 구축	2024.02~2024.10	- LLM 기반 AI 시스템 기술 개발 - 인프라 구축 및 R&D 수행		(주)투그램	
DrawingBOM	2025.07~2025.12	- AI 기반 도면 심볼 인식 시스템 - 기획 및 인프라 구축 - POC 시스템 구축		파나시아	
도면 관리 솔루션	2024.10~진행 중	- 도면 관리 솔루션 기획 - 도면 관리 솔루션 연구 - R&D 수행		자체 구축	
근무경력					
기업명	근무기간	담당업무		직급	
(주)업루트	24.08 ~ 현	AI 개발		연구원	
쿠키	23.05 ~ 24.05	AI 솔루션 기획		연구원	
용역	2022.05~2023.05	다양한 AI 관련 용역 수행		-	
(주)레드키	2022.02~2022.05	MES 시스템 백엔드 개발		연구원	
솔트룩스	2018.09~2022.02	NLP, Voice R&D, 인프라 개발		연구원	
(주)소셜포스트	2018.03~2018.07	ML 기반 추천 시스템 기획 & 개발		연구원	
(주)불스브로드밴드	2015.08~2016.03	모바일 기반 자전거 대여 시스템 R&D		연구원	

(4) 옥판석

성 명	옥판석	직 책	데이터 리드	생년월일(6자리)	19680627
본사업 역할	도면 데이터 수집, 정제, 검수 시스템 백엔드 구축	해당분야 근무경력		19	
주요경력					
프로젝트명	진행시기	담당업무		발주처	
도면 설계 및 데이터관리	2004.6 ~ 2024.12	도면 설계 및 데이터관리		프리랜스 다수	
근무경력					
기업명	근무기간	담당업무		직급	
프리랜스	2004.6 ~ 2024.12	도면 설계 및 데이터관리		PM	
세진기업	2000.6 ~ 2003.12	기획, 총무		이사	
정일산전(주)	1991.8 ~ 2000.02	기획, 사업		팀장	

(5) 강명진

성 명	강명진	직 책	개발 리드	생년월일(6자리)	19810523
본사업 역할	도면 데이터 수집, 정제, 검수, 시스템 프론트엔드	해당분야 근무경력		8년	
주요경력					
프로젝트명	진행시기	담당업무		발주처	
기계부품 도면 설계	2024년 12월 ~ 2025년 08월	기계부품 도면 설계		쿠키	
맞춤형 전기차 데이터 제공 플랫폼 개발 데이터 분석 및 ML 개발	2023년 9월 ~ 2024년 11월	클라우드 및 인프라 개발 / 데이터 분석 및 ML 개발 맞춤형 전기차 데이터 제공 플랫폼 개발 (백엔드 파트)		(주)알티엠	
설계 도면 및 BOM 데이터 프로젝트 개발	2019년 1월 ~ 2021년 1월	설계 도면 및 BOM 데이터 프로젝트 개발		쿠키	
근무경력					
기업명	근무기간	담당업무		직급	
(주)알티엠	2023년 9월 ~ 2024년 11월	클라우드 및 인프라 개발 / 데이터 분석 및 ML 개발		대리	

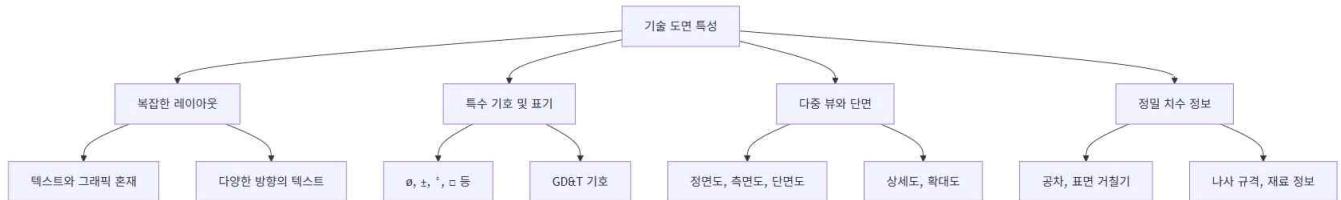
2.3. 보유 기술 현황

1. 멀티 OCR 기술 (Multi-OCR Technology)

1-1. 도면 OCR의 기술적 과제

- 기술 도면은 일반 문서와 달리 고유한 특성과 과제를 가짐.

* 일반 문서와 달리 복잡한 레이아웃, 특수 기호, 다중 뷰 및 단면, 정밀 치수 정보 포함



[그림] 기술도면의 특성과 과제.JPG 설명: 기술 도면의 4가지 특성
(복잡한 레이아웃, 특수 기호, 다중 부와 단면, 정밀 치수)

- 당사 보유 기술로 해결 가능한 과제들

- 복잡한 레이아웃: EDGNet (GraphSAGE) 기반 그래프 신경망으로 도면 요소 자동 분류
- * 윤곽선(Contours), 텍스트(Text), 치수(Dimensions) 3개 영역 분리



[그림] eDOCr v2 솔루션 적용 사례

- 특수 기호 및 표기: eDOCr v1/v2에서 14개 GD&T 기하공차 심볼 인식 가능 보유
- 산업 부품 검출
- * 파나시아 DrawingBOM 프로젝트에서 27개 산업 부품 심볼 인식 경험 보유, 심볼 선별 반자동화 솔루션 POC 진행 (YOLO로 기본 추출한 심볼 승인, 거부, 추가 시스템)



[그림] AI 기반 도면 심볼 인식 시스템 - 심볼 승인, 거부 시스템 구현

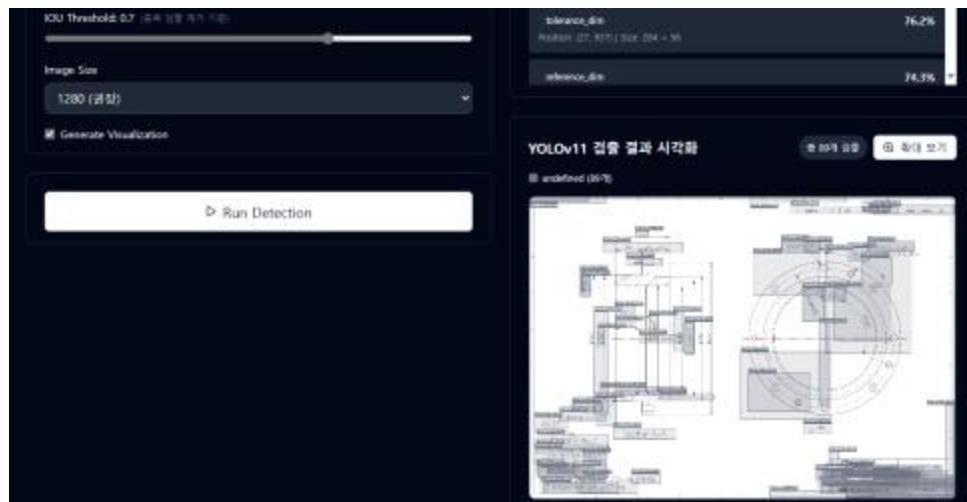


[그림] AI 기반 도면 심볼 인식 시스템 - 심볼 수동 추가 시스템 구현



[그림] AI 기반 도면 심볼 인식 시스템 - 심볼 최종 확정 - BOM 추출 화면

- 다중 뷰와 단면 또는 치수 : DrawingBOM에서 다중 페이지 PDF 처리 및 YOLO 기반 객체 검출 검증
- * 현재 다중 뷰 또는 단면(치수 정보 등)을 YOLO로 객체검출 하기 위하여 AI 기반 도면 심볼 인식 시스템의 경험을 기반으로 치수 객체 인식 연구 진행중



[그림] YOLO Base 치수 검출 연구 진행 과정

- 정밀 치수 정보: eDOCr v2 테이블 OCR + JSON 구조화 출력 기능 보유 (현재 솔루션 개발 단계)

- 이러한 특성으로 인해 일반 OCR로는 한계가 있으며, 도면 특화 OCR (eDOCr)이 필수적인 상황
- 전처리 파이프라인: 전처리 → 텍스트 검출 → 문자 인식 → 후처리
- 도면 특화 OCR (eDOCr): 도면에 최적화된 단일 파이프라인
- 범용 OCR (Tesseract, EasyOCR, PaddleOCR): 일반 문서 중심

1-2. 이중 OCR 엔진 운영

* 당사는 도면 분석의 정확도를 극대화하기 위해 이중 OCR 엔진 시스템을 구축을 시도해보고 있음

1-2-1. eDOCr v1 엔진

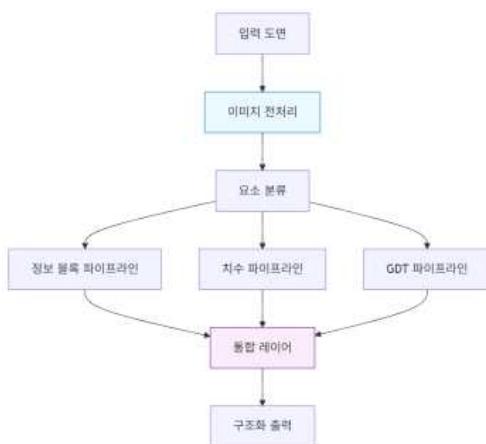
- 기술 스택: Keras 2.x 기반 CRNN (Convolutional Recurrent Neural Network)
- 특징:
 - 빠른 처리 속도 (실시간 처리 가능)
 - 안정적인 치수 인식
 - 기본 GD&T 심볼 인식
- 활용: 실시간 처리가 필요한 일반 도면 분석

1-2-2. eDOCr v2 엔진

- 기술 스택: Keras 3.x 기반 개선형 CRNN
- 특징:
 - 고급 특징 추출 (테이블 OCR 지원)
 - 향상된 정확도
 - 복잡한 도면 처리 최적화
- 활용: 고정밀도가 요구되는 복잡 도면 분석

1-2-3. 추출 가능 정보

- 치수 정보: 선형 치수, 직경, 반지름, 공차 범위
- GD&T (기하공차): 평면도, 평행도, 직각도, 동심도 등 14개 심볼
- 메타데이터: 도면 번호, 개정 번호, 제목, 재질, 주석
- 테이블 정보 (v2): 부품 리스트, 재질표, 사양표



[그림] eDOCr 파이프라인 아키텍처

2. RAG (Retrieval-Augmented Generation) 시스템

2-1. 고성능 벡터 검색 시스템

- * 당사는 FAISS 기반 벡터 검색 시스템을 구축하여 대규모 텍스트 데이터베이스에서 유사 사례를 빠르게 검색하는 연구 실적을 보유하고 있음
- 데이터: 고객의 엑셀 개발 요청 텍스트 (1,000+ 건)
- 목적: 유사한 과거 개발 사례를 검색하여 공수 산정 및 코드 추천
- 성과: 빠른 검색 속도 및 높은 정확도 달성



[그림] NLP_RAG_파이프라인 구축 경험

2-1-1. 핵심 기술

- 벡터 데이터베이스: Facebook AI Similarity Search (FAISS)
- 임베딩 모델: OpenAI text-embedding-3-large
- 이 외 일반 RAG 뿐 아니라 GraphRAG를 구현하여 각 사례간의 관계를 잘 참조하여 세밀한 공수 산정이 가능하도록 진행한 이력이 있음



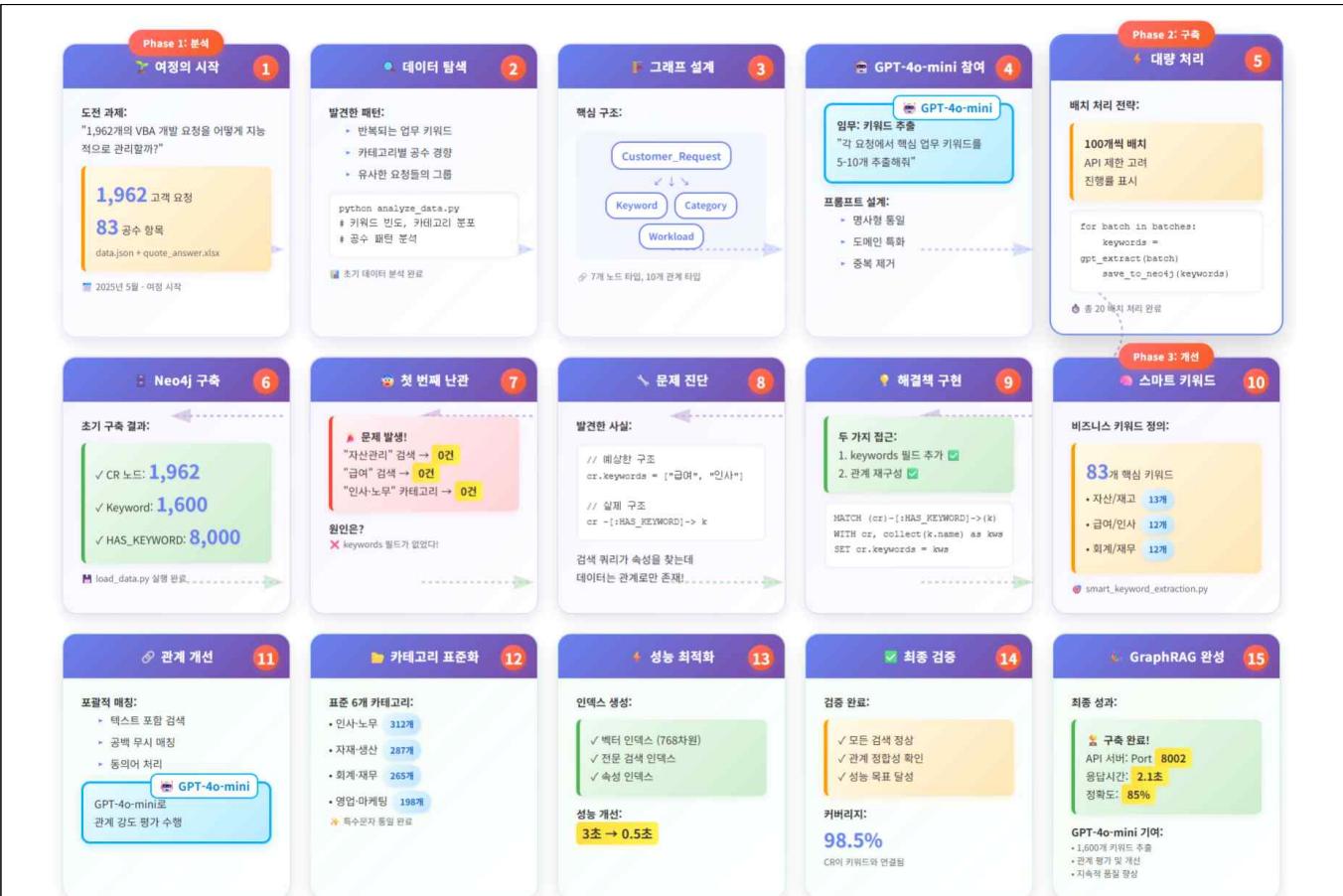
[그림] 공수산정을 위한 graph RAG 구축

2-2. 향후 적용 계획

- 도면 메타데이터(도면 번호, 재질, 부품명 등) 임베딩 및 검색
- 텍스트 + 이미지 멀티모달 임베딩 (VLM 통합 시)

2-3. 텍스트 분류 및 RAG 기반 사례 검색 경험

- 텍스트 임베딩과 RAG를 활용한 유사 사례 검색 및 견적 산정 시스템 구축 경험 보유
- 실제 적용 사례 (NLP 공수산정 프로젝트)
 - 입력 : 고객의 엑셀 개발 요구사항 텍스트
 - 처리 과정
 - 1) 요구사항 텍스트 임베딩 (OpenAI text-embedding-3-large)
 - 2) FAISS + GraphRAG로 유사한 과거 개발 사례, 공수 근거 등 검색
 - 3) LLM 기반 공수 산정 및 코드 추천



[그림] 공수산정 Graph RAG의 실제 구축 flow

- 성과
 - 높은 정확도로 공수 자동 산정 달성
- 도면 분석 과제 적용 방향 (견적 자동화)
 - 도면 메타데이터 임베딩 및 유사 도면 검색
- NLP 경험의 직접 활용
 - 요구사항 텍스트 → 공수 산정 (NLP 프로젝트)
 - 도면 메타데이터 → 견적 산정 (도면 분석 프로젝트)
 - 동일한 RAG + LLM 파이프라인 활용 가능

3. 그래프 신경망 기반 도면 세그멘테이션

3-1. EDGNet (Engineering Drawing Graph Network)

* GraphSAGE 기반 그래프 신경망을 활용하여 도면 요소를 정밀하게 분류해보자 함

- 도면 이미지를 그래프 구조로 변환 : 윤곽선/텍스트/치수 자동 분류
- 높은 세그멘테이션 정확도 달성을 목표함

3-1-1. 핵심 기술

- 모델 구조 : GraphSAGE (Graph Sample and Aggregate)
- 분류 카테고리 : Contours (윤곽선), Text (텍스트), Dimensions (치수)
- 벡터화 기능 : 세그멘테이션 결과를 베지어 곡선으로 변환

4. YOLO 기반 객체 검출 기술

4-1. YOLOv11/v8 양상을 시스템

- 산업 부품 자동 검출을 위해 최신 YOLO 모델을 활용
 - 실제 적용 경험 (DrawingBOM 프로젝트, 위 “1. 멀티 OCR 기술-파나시아 POC 프로젝트” 내용으로

프로젝트 캡쳐본 기술)

- 27개 전기/전자 산업 부품 심볼 자동 검출
 - Circuit Breaker, Transformer, Motor, PLC 등
- 분류 도메인 케이스별 YOLOv11/v8 양상을 시스템으로 높은 정확도 달성
- 다중 페이지 PDF 자동 분할 및 병렬 처리

4-1-1. 검출 대상 (27개 부품)

- 전원 및 배전 장치, 제어 및 보호 장치 등

4-1-2. 인간-AI 협업형 검증 시스템 (핵심 기술)

- YOLO 검출 결과를 사용자가 검증·수정하는 반자동화 시스템 구축 경험
 - 실제 구현 경험 (DrawingBOM 프로젝트):

[검증 기능]

- 승인 ()
 - AI가 검출한 부품이 정확하면 승인 버튼 클릭
 - 승인된 데이터는 최종 BOM에 자동 반영
- 거부 ()
 - 잘못 검출된 부품은 거부 버튼으로 제거
 - False Positive 필터링
- 클래스 수정 ()
 - 부품은 검출되었으나 클래스가 잘못된 경우 재분류
 - 드롭다운으로 27개 클래스 중 올바른 클래스 선택

[수작업 라벨링 기능]

- 누락 부품 직접 추가 ()
 - AI가 놓친 부품을 사용자가 직접 바운딩 박스 그려서 추가
 - 클래스 지정 후 BOM에 반영
 - False Negative 보완
- 실시간 시각화
 - 도면 위에 바운딩 박스 오버레이
 - 색상으로 부품 클래스 구분

[성과]

- 완전 자동화 대비 정확도 향상
 - AI만으로는 처리 불가능한 엣지 케이스 해결
- 사용자 신뢰도 향상
 - 사용자가 최종 결정권을 가지므로 시스템 신뢰
- 작업 효율성
 - 수작업 대비 비전문가와 전문가 협업 시스템으로 시간 단축 (1시간 → 15분 예상)
 - 완전 자동화보다 정확도 높음

[기술적 특징]

- Streamlit 기반 웹 인터페이스
- 실시간 바운딩 박스 렌더링
- 사용자 피드백을 통한 지속적 학습 데이터 확보

5. LLM 통합 및 자연어 처리

5-1. OpenAI GPT 통합

- 대규모 언어 모델(LLM)을 활용한 자연어 기반 요구사항 분석 및 견적 설명 생성 경험 보유
 - 상세 내용은 위 “2. RAG 시스템”에서 기술

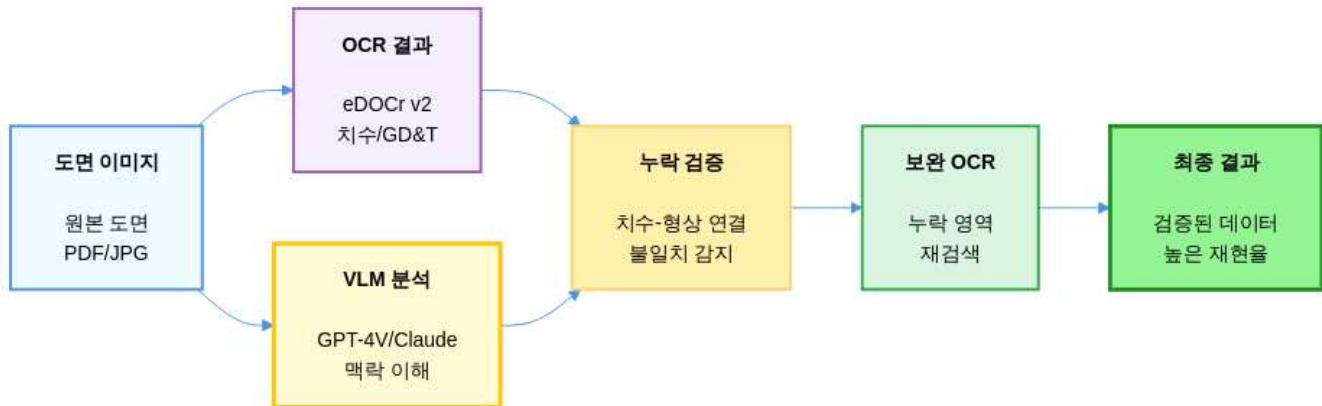
5-1-1. 핵심 기술

- RAG + LLM 파이프라인
- FAISS 벡터 검색 → BGE 리랭킹 → LLM 분석
- 도메인 특화 프롬프트 엔지니어링

5-2. VLM (Vision Language Model) 통합 (연구 진행 중)

5-2-1. 도면 분석 과제 적용 방향

- 도면 분석 결과를 자연어로 설명하는 견적서 자동 생성
- 추출 결과의 논리적 일관성 검증
- 제조 가능성 및 난이도 자동 평가
- VLM을 활용한 도면의 맥락적 이해 시스템 연구 진행 중



[그림] 도면 OCR VLM 적용 방향

5-2-2. 연구 목표

- 도면의 시각적 맥락 이해
 - 치수-형상 연결, GD&T 적용 대상 파악
- 누락 정보 자동 감지
 - OCR이 놓친 치수, GD&T 불일치 검증
- 멀티모달 RAG 시스템 구축
 - 텍스트 + 이미지 유사도 결합

2.4. 최근 3개년 유사 사업 수행 실적

2.5. 수행 실적 소개

0. 프로젝트 실적을 통한 기술 역량 증명

당사는 실제 프로젝트 수행 경험을 통해 도면 기반 자동 견적 시스템 구축에 필요한 검증된 기술력을 보유하고 있음.

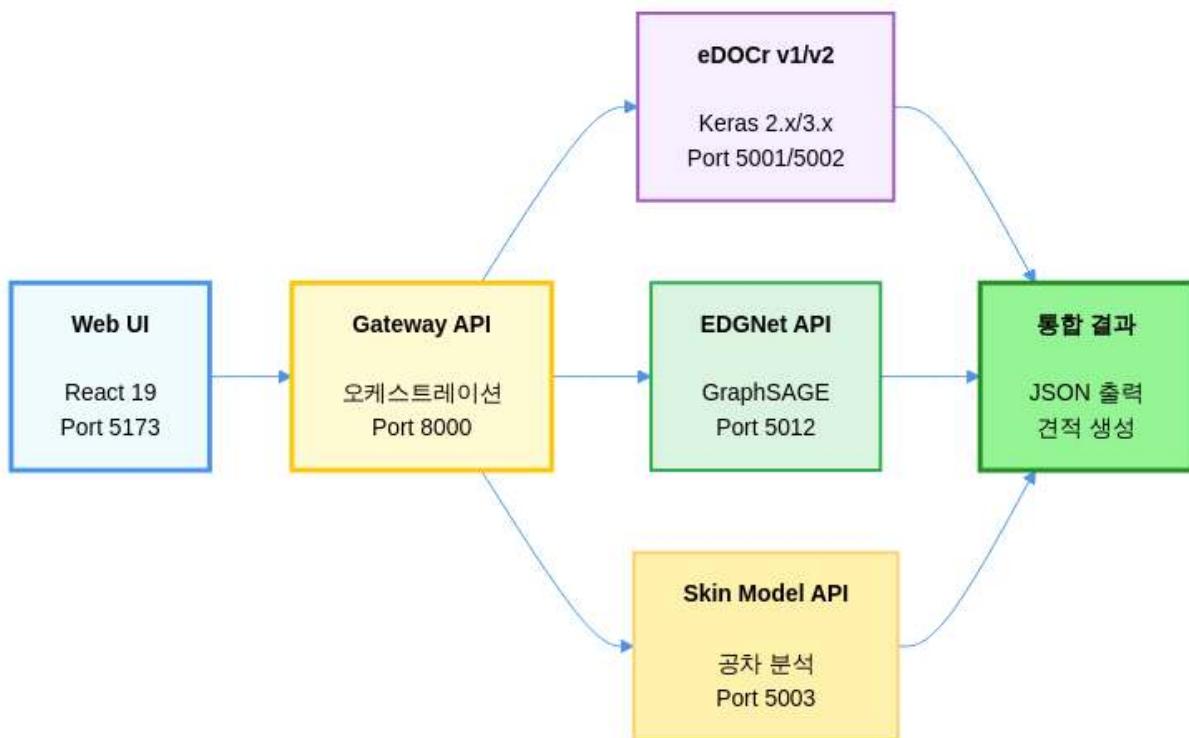
0-1. 핵심 기술 역량

[AI/ML 기술]

- 객체 검출 (Object Detection)
 - YOLOv11/v8 양상블: DrawingBOM 프로젝트 27개 부품 검출
 - 검증된 성능: Precision 100%, Recall 96.2%
- 그래프 신경망 (Graph Neural Network)
 - GraphSAGE 기반 도면 세그멘테이션
- 자연어 처리 + RAG (NLP + RAG)
 - FAISS + GraphRAG + LLM 파이프라인
 - 검증된 성능: 89% 분류 정확도 (NLP 프로젝트)

[시스템 아키텍처]

- Microservices 실제 구축 경험
 - 5개 독립 서비스 설계 및 배포 (자체 개발 중)
 - Docker + FastAPI + React 19 스택
 - Gateway API 기반 오케스트레이션



[그림] Micro 서비스 아키텍처 구성중인 상태

- 인간-AI 협업 시스템
 - QA 중심 워크플로우 (DrawingBOM, 파나시아 POC)
 - 사용자 검증 및 피드백 학습
 - 신뢰성 중심 설계 철학



[그림] DrawingBOM_시스템_아키텍처

0-2. 실전 검증된 혁신 기술

[도면 분석 특화 기술]

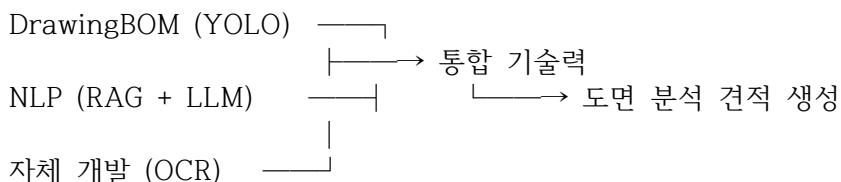
- 도면 특화 OCR (eDOCr v1/v2)
 - 실제 프로젝트: 파나시아 DrawingBOM, 내부 개발
- 랜덤 배치 증강 기법
 - DrawingBOM에서 데이터 부족 문제 해결
 - 27개 부품 클래스 학습 데이터 확보
 - 실전 검증된 독자 기술

[RAG + LLM 통합]

- 실무 적용 사례 (NLP 프로젝트)
 - 자연어 → 분류 → 공수 산정 → 코드 추천 파이프라인
 - 도면 분석 견적 생성에 직접 활용 가능한 경험
- 멀티모달 확장 연구
 - VLM (GPT-4V, Claude Vision) 통합 연구 진행 중
 - 도면 맥락 이해 및 불확실 정보 처리

0-3. 3개 프로젝트 시너지

[프로젝트 간 기술 연결]



- DrawingBOM: 객체 검출 + 인간-AI 협업 + 견적 자동화
- NLP: RAG + LLM + 공수/비용 산정
- 자체 개발 : Microservices + 멀티 OCR + GraphSAGE 세그멘테이션

[결합된 역량]

- 도면 이미지 → OCR/객체 검출 → RAG 유사 도면 검색 → LLM 기반 견적 생성
- 각 프로젝트의 핵심 기술이 하나의 통합 파이프라인으로 연결 가능

[사례 1]: AI 기반 도면 BOM 자동 추출 시스템 (DrawingBOMExtractor) POC 단계

1-1. 프로젝트 개요

- 과제명: AI 기반 도면 BOM 자동 추출 및 견적 생성 시스템
- 2024년 ~ 현재 (현재 POC 직후, 상세 서비스 캡쳐본은 2.3 보유기술현황에 첨부)
- 발주처: 파나시아 (Panasia)

1-2. 프로젝트 목표

- CAD/PDF 도면에서 산업 부품 자동 검출 및 BOM 자동 생성으로 견적 작성 시간 대폭 단축

1-3. 기술적 과제 및 해결 방안

1-3-1. 과제: 다양한 산업 부품의 정확한 검출

[문제점]

- 전기 도면에 27개 이상의 다양한 부품 심볼 존재
- 부품 간 형태 유사로 오인식 가능성
- 도면 품질에 따른 검출 정확도 차이

[해결 방안]

- YOLOv11/v8 앙상블 시스템 구축
 - Voting + Weighted 방식 적용
- 목표 대비 높은 검출 정확도 달성

1-3-2. 과제: 학습 데이터 부족

[문제점]

- 기업에서 제공받은 학습용 도면 데이터가 매우 적음
- 데이터 품질 편차가 심해 모델 학습 정확도 낮음
- 수작업 라벨링 비용 및 시간 부담

[해결 방안 (핵심 기술)]

- 자체 개발한 산업 부품 심볼 랜덤 배치 (Random Placement) 기법
 - 부품 심볼을 다양한 각도·크기·배경에 랜덤 배치
 - 데이터셋 인위적 증강으로 학습 데이터 대폭 확보
 - 데이터 부족 문제 실질적 해소
- OCR 기반 범례 분석 시도 (초기 접근)
 - 도면의 범례(Legend) 영역을 OCR로 분석하여 부품명·규격 추출 시도
 - 도면 형식 불일치와 OCR 인식률 한계로 실제 모델 적용 불가능
 - 최종적으로 랜덤 배치 증강 방식 채택하여 성공적 해결

1-3-3. 과제: 사용자 검증 및 수정 기능

[해결 방안]

- 인간-AI 협업형 QA 시스템 구축 (Streamlit 기반)
 - 승인 / 거부 버튼으로 검출 결과 검증
 - ↘ 클래스 수정 기능 (잘못 분류된 부품 재분류)
 - ⚡ 수작업 라벨링 기능 (누락된 부품 직접 추가)
 - 사용자 피드백을 통한 모델 개선 사이클 구축

[성과]

- 사용자가 AI 결과를 검증·수정하면서 신뢰도 향상
- 불확실한 검출에 대한 인간 개입으로 오류율 감소
- 작업자의 도면 분석 전문성과 AI 효율성 결합

1-3-4. 과제: 다양한 도면 형식 지원

[해결 방안]

- 다중 형식 입력 파이프라인
- PDF 다중 페이지 자동 분할 및 병렬 처리
- 전처리 최적화
 - 노이즈 제거, 대비 향상, CLAHE

1-4. 시스템 아키텍처

[핵심 모듈]

- 파일 처리 : 다중 형식 입력, PDF 페이지 분할, 전처리
- 검출 모듈 : YOLO 모델 앙상블, GPU/CPU 자동 감지
- BOM 생성 : 가격 DB 연동, Excel/PDF 자동 생성
- UI 모듈 : Streamlit 검증 인터페이스, 실시간 시각화

1-5. 프로젝트 성과

1-5-1. 정량적 성과

- 목표 정확도 85% 대비 정밀도 100%, recall 96.2% 달성
 - 27개 클래스

1-5-2. 정성적 성과

- 업무 효율성 향상, 사용자 경험 증가 예상
- 견적 작성 시간 획기적 단축, 오류 감소

[사례 2] : NLP 기반 공수산정 및 VBA 코드 추천 시스템 (LLM Base, 공인시험 획득)

2-1. 프로젝트 개요

- 과제 : NLP 기반 VBA 코드 추천 시스템 및 공수산정 모델 개발
- 2024년 8월 ~ 2025년 9월
- 창업성장기술개발사업 RnD 진행

2-2. 프로젝트 목표

- 고객의 요구사항을 자연어로 입력하면 AI가 자동으로 카테고리 분류, 키워드 추출, 공수 산정, VBA 코드 추천

2-3. 프로젝트 연관성

- 본 프로젝트는 자연어 기반 요구사항 분석 → LLM 기반 분류 → 공수/비용 산정의 전체 파이프라인을 구축한 경험으로, 도면 분석 견적 생성 과제와 직접적으로 연결됨

[핵심 유사점]

- 입력 측면 : 자연어 요구사항 (NLP) ↔ 도면 이미지 + 메타데이터 (도면 분석)
- 분석 측면 : 카테고리 분류 + 키워드 추출 ↔ 치수/GD&T 추출 + 특징 분석
- 산출 측면 : 공수 산정 + 코드 추천 ↔ 견적 생성 + 제조 비용 산정

2-4. 기술적 과제 및 해결 방안

2-4-1. 과제 구현 내용

[주요 모듈]

- 데이터 전처리 : 학습 데이터 1,000+ 건
- 임베딩 관리 : OpenAI 임베딩, FAISS 인덱싱
- 분류 시스템 : RAG + GraphRAG + LLM 파이프라인
- 키워드 추출 : RAG + BGE 리랭킹 + LLM

[학습 데이터]

- 고객 요구사항 텍스트 : 1,000+ 건
- 카테고리 라벨링 데이터
- 공수 산정 데이터

[프로젝트 화면]



[사례 3] : Microservices 기반 도면 분석 시스템 (사내 구축 중)

3-1. 프로젝트 개요

- 과제 : 마이크로서비스 기반 멀티 OCR 분석 결합 시스템
- 2025년 10월 ~ 현재
- 자체 개발 중

3-2. 프로젝트 목표

- 도면 OCR, 세그멘테이션, 공차 분석을 통합한 Microservices 아키텍처 구축

3-3. 프로젝트 연관성

- 본 프로젝트는 자연어 기반 요구사항 분석 → LLM 기반 분류 → 공수/비용 산정의 전체 파이프라인을 구축한 경험으로, 도면 분석 견적 생성 과제와 직접적으로 연결됨

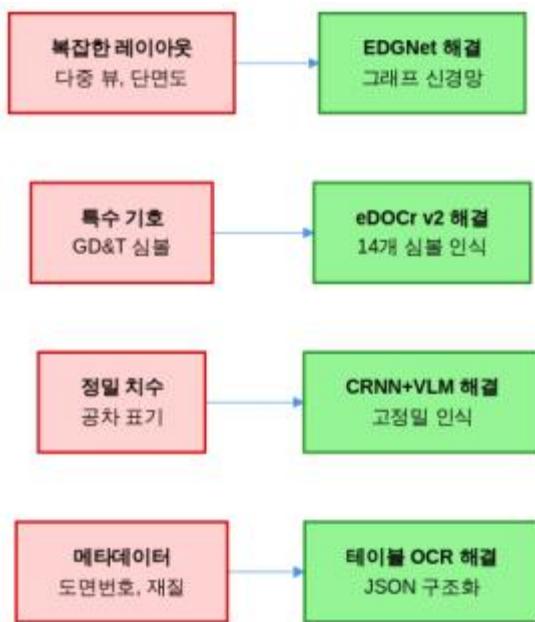
[핵심 유사점]

- 입력 측면 : 자연어 요구사항 (NLP) ↔ 도면 이미지 + 메타데이터 (도면 분석)
- 분석 측면 : 카테고리 분류 + 키워드 추출 ↔ 치수/GD&T 추출 + 특징 분석
- 산출 측면 : 공수 산정 + 코드 추천 ↔ 견적 생성 + 제조 비용 산정

3-4. 기술적 과제 및 해결 방안

3-4-1. 과제 구현 내용

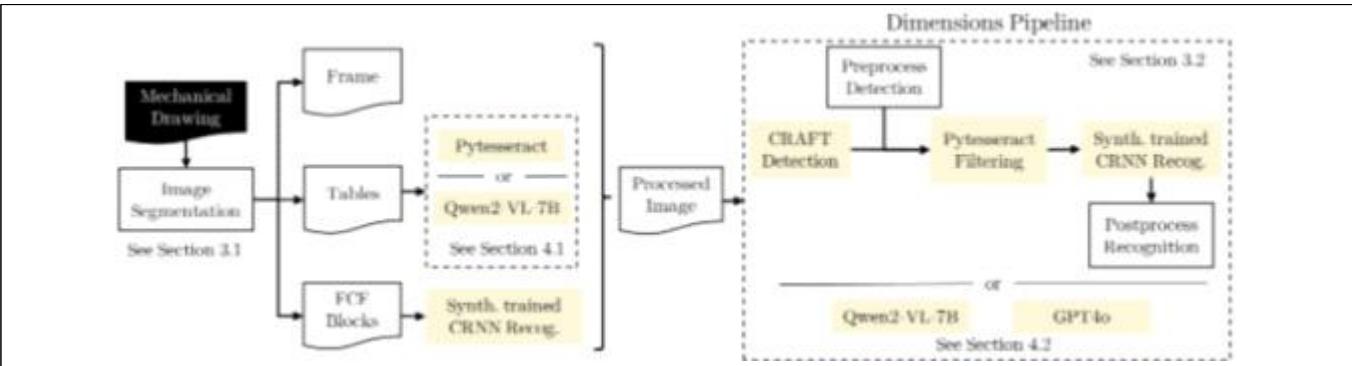
[과제 현안 - 주요 모듈]



[그림] 기술도면 특성과 해결 방안

요약

- 당사는 DrawingBOM (YOLO 객체 검출), NLP 공수산정 (RAG + LLM), 멀티 OCR 프로젝트 (Microservices) 등 실제 프로젝트 경험을 통해 도면 기반 자동 견적 시스템 구축에 필요한 기술력을 보유함.
- 특히, 향후 주목받고 있는 기술인 VLM(Vision Language Model)을 포함한 도면 처리 방식을 2025년 논문 Optimizing Text Recognition in Mechanical Drawings: A Comprehensive Approach에 따라 시도해 보고자하는 노력을 진행중이며 이를 위한 역량을 충분히 구축중에 있었음.



[그림] Optimizing Text Recognition in Mechanical Drawings: A Comprehensive Approach Flow

[핵심 실적]

DrawingBOM

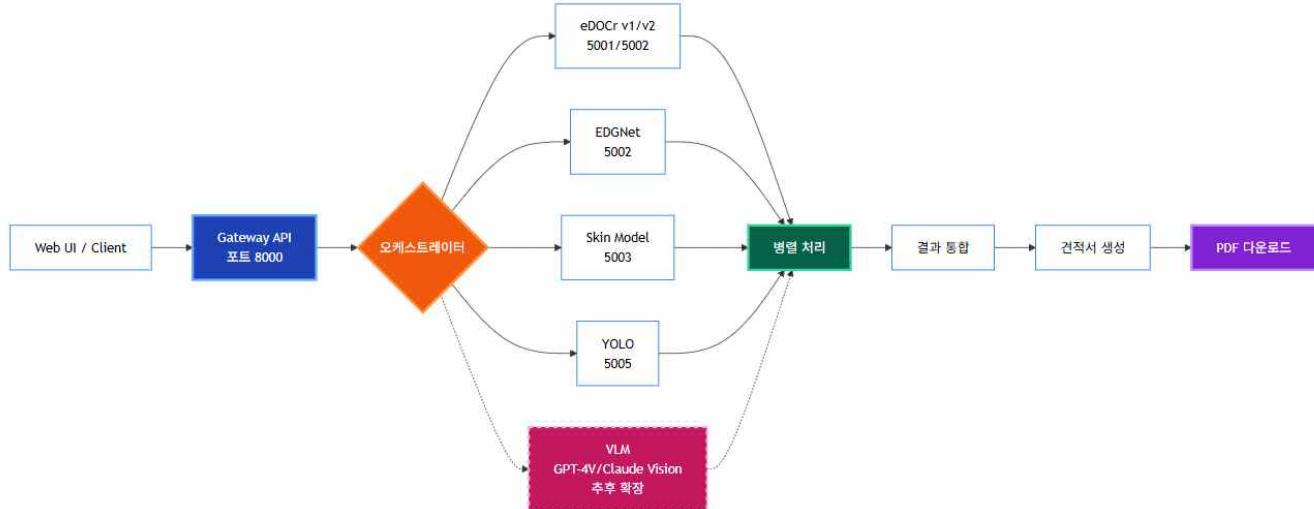
- 27개 산업 부품 자동 검출 (Precision 100%, Recall 96.2%)
- 견적 작성 시간 대폭 단축 (처리 시간 60% 단축 예상)

NLP 공수산정

- FAISS + GraphRAG + LLM으로 높은 분류 정확도 달성 (89%)
- * LLM 사용 경험으로 추후 VLM으로 확장 시 인프라 구축, 프롬프트 엔지니어링 등에 큰 도움
- 높은 키워드 추출 성능

VLM 기반 멀티 OCR 솔루션 (자체 개발 중)

- Microservices 아키텍처 구축
- 멀티 OCR 이중 배포 (v1/v2)
- GraphSAGE 기반 세그멘테이션



[그림] VLM 기반 멀티 OCR 솔루션 예상도

본 실적들은 정부 과제가 요구하는 기술 요구사항을 충족하며, 도면 분석 → 견적 생성 파이프라인 구축에 직접 활용 가능함.

서 약 서

본 사는 본 명지녹산 스마트그린산단 AX 실증산단 구축사업 공급기업 등록을 신청함에 있어 제반자료가 2025년 월 일 현재 해당사항에 대하여 정확하게 작성되었으며, 사실과 다른 내용이나 고의적인 오류가 포함되지 아니하였음을 확인합니다.

또한 원활한 사업 운영이 이루어지도록 적극적으로 협조할 것을 보증합니다.

만약 추후 사업 수행에 있어 비협조 및 추후 문제 발생 시에는 공급기업 풀 등록 취소 및 향후 부산시기계공업협동조합 추진하는 지원사업에의 참여 제한 등의 처분을 감수하겠습니다.

2025년 11 월 10 일

공급기업명 : 주식회사 업루트

대표자 : 이정우 (직인)

부산시기계공업협동조합 이사장 귀하

[서식3]

개인 및 기업정보 수집·이용·제공 동의서

지원사업의 수행을 위한 개인정보의 수집·이용·제공을 위하여 개인정보보호법 제15조, 제17조 및 제22조에 따라 귀하의 동의를 받고자 합니다.

<개인정보 수집·이용에 대한 동의>

1. 개인정보의 수집·이용 목적

- 본 사업에서 수집하는 개인정보는 향후 지원하는 '명지녹산 스마트그린산단 AX 실증산단 구축사업'의 수행을 위한 공급기업 구성을 위해 수집·이용합니다.

2. 수집하는 개인정보의 항목

- 수집항목: 한글성명, 기업명, 사업자등록번호, 주소, 종업원 현황, 재무 현황, 전문 분야, 직위(직급), 연락처(휴대전화, 이메일), 사업 수행 실적, 주요 용역 수행 사례 등

3. 개인정보의 보유 및 이용 기간

- 수집된 정보는 개인정보의 이용목적이 달성되면 파기하는 것을 원칙으로 합니다. 수집하는 개인정보의 이용기간은 이용·제공 동의일로부터 수행하는 사업 종료 시까지입니다.

- 종료일 후에는 후속연계사업 발굴과 성과관리, 사후관리 업무를 위한 정보제공 및 분쟁해결 법령상의 의무이행 등 관리 업무만을 위하여 보유·이용됩니다.

- 정보제공 동의자의 개인정보 및 개인정보 보유에 대한 삭제 요청 시 요청일로부터 1개월 이내 삭제처리 됩니다.

<개인정보 제3자 제공 동의>

1. 제공받는 자 : 부산시기계공업협동조합

2. 제공받는자의 이용 목적 : 업무수행

3. 제공하는 개인정보 항목 : 한글 성명, 기업명, 사업자등록번호, 주소, 종업원 현황, 재무 현황, 전문 분야, 직위(직급), 연락처(휴대전화, 이메일), 사업 수행 실적, 주요 용역 수행 사례 등

4. 제공받는자의 보유·이용 기간 : 사업 종료 시까지

5. 귀하는 위와 같이 개인정보를 제3자에게 제공 되는 것에 대한 동의를 거부할 권리가 있습니다. 단, 제3자에게 개인정보 제공에 동의하지 않는 경우 사업 수행이 제한됩니다.

◆ 위와 같이 개인정보를 수집·이용·제3자에게 제공하는데 동의하십니까 ?

동의함	<input checked="" type="checkbox"/>	동의하지 않음	<input type="checkbox"/>
-----	-------------------------------------	---------	--------------------------

※ 법령의 규정 등에 의하여 수집한 개인 및 기업정보는 지원업무에 활용되며, 기타 다른 목적으로 사용되지 않음을 명시합니다.

※ 개인정보침해에 관련된 신고는 개인정보침해 신고센터(<http://privacy.kisa.or.kr>)에 하실 수 있습니다.

본인은 상기 내용과 같이 개인정보를 수집·이용하는데 동의합니다.

2025년 11 월 10 일

신청자 : 이정우

(서명/인)

부산시기계공업협동조합 이사장 귀하