

기업연계형 캡스톤 디자인 교과목 과제 수행 결과보고서

과제 유형	■ 기업연계기반				
과제명	ReTest : 복습용 시험지 및 해설지 생성 시스템				
수강 교과목명	캡스톤 디자인 II		교과목 학수번호	DCCS452	
교과목 담당교수	소 속	컴퓨터정보학과	성 명	서민석	
	E - mail	mins@korea.ac.kr	교내전화	044-860-1379	
지도교수	소 속	컴퓨터정보학과	성 명	서민석	
	E - mail	mins@korea.ac.kr	교내전화	044-860-1379	
산업체 참여 인력(PM)	소 속	Google Deepmind	성 명	방서진	
	E - mail	seojinb@google.com			
산업체 역할 (자문내용)	YOLOv8 모델의 문제 영역 탐지 성능 향상을 위한 데이터 증강 기법과 앵커 박스 최적화 방안에 대한 전문적인 조언을 받았으며, Donut 모델의 한국어 수학 기호 인식을 개선하기 위한 fine-tuning 전략과 AI Hub 데이터셋을 활용한 도메인 적응 학습 방법론을 학습함. 또한 Gemma3 27B 모델의 양자화 및 LoRA 적용을 통한 메모리 효율성 최적화와 Gemini 2.0 Flash API 연동과 관련된 기술 자문을 받음.				
구분	성명	학과	학년	학번	E - mail
참여 학생	문창집	컴퓨터융합소프트웨어학과	3	2020270647	dwhouse0@naver.com

위와 같이 규정에 의해 과제를 완료하였음을 결과보고서로 제출합니다.

2025. 05. 22.

지도교수: 서민석 (인 또는 서명)

대표학생: 문창집 (인 또는 서명)

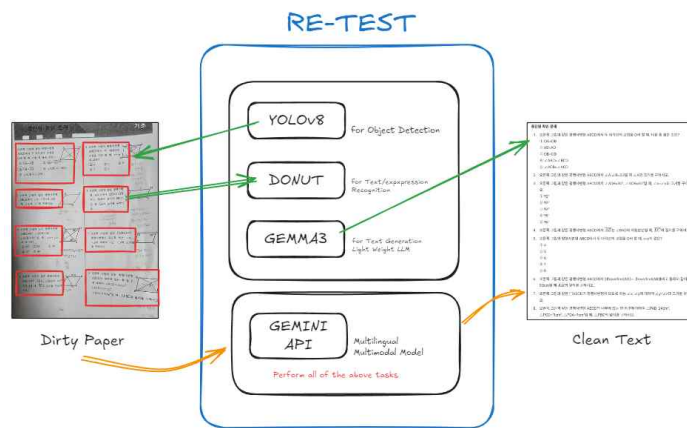
고려대학교 세종 SW중심대학사업단 귀하

작품과제명	ReTest : 복습용 시험지 및 해설지 생성 시스템
<p>과제 개요</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제 선정 배경 <ul style="list-style-type: none"> - 현대 교육 현장에서 학생들의 학습 방식은 디지털과 아날로그가 혼재하는 하이브리드 형태로 진화하고 있다. 특히 수학, 과학 등의 과목에서는 여전히 종이 기반의 문제집이나 시험지에 직접 풀이하고 필기하는 방식이 주류를 이루고 있으며, 이러한 학습 방식이 학습 효과 측면에서도 우수한 것으로 연구되고 있다. - 하지만 이러한 아날로그 학습 방식에는 근본적인 한계가 존재한다. 한 번 풀이한 문제를 다시 활용하기 위해서는 기존의 필기 흔적을 지우거나 새로운 문제지를 구매해야 하며, 이는 시간적·경제적 비효율성을 야기한다. 특히 반복 학습이 중요한 수학 과목의 경우, 동일한 문제를 여러 번 풀어보는 것이 학습 효과 향상에 필수적임에도 불구하고 현실적인 제약으로 인해 이러한 학습 방법을 충분히 활용하지 못하는 경우가 많다. ○ 과제의 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 교육 현장의 현황을 살펴보면, 교사들은 학생들의 복습을 위해 새로운 문제지를 제작하거나 기존 문제를 재구성하는 데 상당한 시간을 소요하고 있다. 또한 학생 개별 맞춤형 문제 제공이 어려워 획일적인 학습 자료에 의존하는 경우가 대부분이다. - 학습자 관점에서도 문제가 존재한다. 한 번 풀이한 문제집이나 시험지는 재활용이 어려워 반복 학습의 기회가 제한되며, 특히 자신이 틀린 문제만을 선별하여 다시 풀어보고 싶어도 이를 효율적으로 수행할 수 있는 도구가 부족한 상황이다. - 이러한 문제를 해결하기 위해 인공지능 기술을 활용한 자동화 솔루션의 필요성이 대두되었다. 컴퓨터 비전 기술의 발달로 이미지에서 텍스트와 수식을 정확히 인식할 수 있게 되었고, 대형 언어 모델(LLM)의 등장으로 수학 문제의 해설을 자동으로 생성하는 것이 가능해졌다. 이러한 기술적 배경을 바탕으로 시험지 이미지를 입력받아 필기를 제거하고 문제를 추출하여 새로운 복습용 시험지를 자동 생성하는 시스템 개발이 현실적으로 가능한 시점이 되었다.
<p>과제 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 문제 영역 자동 분할 시스템(YOLOv8), 필기영역 제외 OCR 처리 모듈(Donut) - AI Hub의 수학 문제 생성, 풀이, OCR 데이터를 이용한 모델 Fine-Tuning - Google Gemma 3 27B 양자화 모델을 활용한 해설 자동 생성 모듈 - Google Gemma 3 27B, Google Cloud API를 활용한 일반 멀티모달 모델 모듈 - Streamlit을 활용한 사용자 친화적인 인터페이스 구현, 웹앱 빌드 및 배포 - 프롬프트 엔지니어링을 통한 해설 품질 향상 ○ 과제 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 본 시스템의 가장 큰 특징은 다양한 AI 기술의 효과적인 통합이다. 컴퓨터 비전, 자연어 처리, 이미지 전처리 기술을 하나의 파이프라인으로 연결하여 복잡한 작업을 자동화했다. 특히 필기가 섞인 시험지 이미지에서 원본 문제만을 정확히 추출하는 기술은 기존에 없던 새로운 접근 방식이다. - 단순히 문제를 추출하는 것을 넘어서 각 문제에 대한 상세한 해설을 자동 생성함

으로써 학습자의 자기주도 학습을 지원한다. 또한 교사들이 손쉽게 맞춤형 문제지를 제작할 수 있도록 도와 교육 현장의 실질적인 효율성 향상에 기여한다.

- 현재는 수학 문제에 집중하고 있지만, 시스템 구조상 다른 과목으로의 확장이 용이하다. 또한 문제 난이도 분석, 유사 문제 자동 생성, 개인별 학습 진도 추적 등의 기능을 추가할 수 있는 확장성을 갖추고 있다.
- 복잡한 AI 기술을 사용자가 쉽게 활용할 수 있도록 직관적인 인터페이스를 제공한다. 드래그 앤 드롭으로 이미지를 업로드하고, 클릭만으로 원하는 문제를 선택하여 새로운 시험지를 생성할 수 있다.

○ 프로젝트 설계



결과물의 활용방안 및 기대효과

○ 활용 방안

- 본 시스템은 교육 기술(EdTech) 시장에서 즉시 상용화 가능한 수준의 완성도를 갖추고 있다. 특히 개인 과외, 학원, 온라인 교육 플랫폼에서 부가 서비스로 활용할 수 있으며, SaaS(Software as a Service) 형태로 서비스 제공이 가능하다.

- 출판사나 교육 콘텐츠 제작업체에 문제 데이터베이스 구축 및 관리 솔루션으로 제공할 수 있다. 기존의 수작업으로 이루어지던 문제 분류, 해설 작성 과정을 자동화함으로써 콘텐츠 제작 비용을 획기적으로 절감할 수 있다.

- 교육 현장 적용 사례를 바탕으로 한 실증 연구 논문 작성도 가능하다.

○ 사회적 파급효과

- 경제적 여건이 어려운 학생들도 고품질의 맞춤형 학습 자료를 무료 또는 저렴한 비용으로 이용할 수 있게 되어 교육 불평등 해소에 기여할 수 있다.

- 교사들이 문제 제작과 해설 작성에 소요하는 시간을 절약하여 학생 개별 지도에 더 많은 시간을 할애할 수 있게 된다.

○ 향후 확장 방향

- OCR 및 해설 생성 모델을 다국어로 확장하여 글로벌 시장 진출 기반을 마련할 수 있다.

- 하나의 멀티모달 모델을 이용하는 것이 아니라, 연습했던 대로, Task별 모델을 하나로 통합하는 방향으로 구조를 개선할 수 있다.

- 손글씨 답안을 자동으로 채점하고 피드백을 제공하는 시스템으로 확장하여 완전한 학습 관리 플랫폼을 구축할 수 있다.

과제 참여 내용(역할)	
수행 방법	<ol style="list-style-type: none"> 1. 주제 및 문제 상황 탐색·정립 <ul style="list-style-type: none"> - 해결하고자 하는 실제 문제 상황을 파악하고 목표 설정 및 성공 지표를 정의 2. AI Hub 데이터셋 탐색 <ul style="list-style-type: none"> - AI Hub 플랫폼에서 프로젝트 목적에 적합한 데이터셋을 검색하고 품질, 규모, 라이선스 조건을 검토하여 선별 3. 가용 모델 탐색 <ul style="list-style-type: none"> - 문제 유형에 적합한 모델 아키텍처를 조사하고 성능, 효율성, 구현 복잡도를 비교하여 최적 모델 선정 4. 모델 내부 구조 및 이론 학습 <ul style="list-style-type: none"> - YOLOv8(객체 탐지), DONUT(문서 이해), TrOCR(문자 인식), Gemma3(언어모델) 등 핵심 모델의 구조와 관련 논문을 분석하여 동작 원리 이해 5. 전이학습/파인튜닝 방법론 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 각 태스크별 최적의 전이학습 전략을 수립하고 LoRA, QLoRA 등 효율적 튜닝 기법 적용 방안 연구 6. 모델 튜닝 <ul style="list-style-type: none"> - 하이퍼파라미터 최적화, 데이터 증강, 정규화 기법을 적용하여 모델 성능을 개선하고 추론 속도 최적화 수행 7. 모델 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 태스크별 표준 평가 지표(mAP, Accuracy, F1-Score 등)를 사용한 정량적 평가와 실제 사용 시나리오에서의 정성적 평가 수행 8. 서비스화 <ul style="list-style-type: none"> - 모델을 실제 서비스로 배포하기 위한 아키텍처 설계, 컨테이너화, CI/CD 파이프라인 구축 9. Gemini 2.0 Flash API 연결 <ul style="list-style-type: none"> - Google Gemini 2.0 Flash API를 연동하여 외부 AI 서비스와의 통합 기능 구현 및 에러 핸들링 로직 개발(기존 모델 충돌, 서비스로 완성하고자 적용) 10. 서비스 UI 구성 (Streamlit Web App) <ul style="list-style-type: none"> - 사용자 친화적인 웹 인터페이스 설계 및 구현, 실시간 결과 표시

