

AI를 사용한 교육에 대한 연구

AI를 이용한 수학 문제 풀이 모델 제작

팀명 : Kogle

팀 리더 : 이석현

팀원 : 유성욱, 박정윤

목차

개요

- 팀 멤버 및 역할 소개
- 배경
- 목적 및 기대 효과
- 프로젝트 진행

본문

- 프로젝트 전략 구성
- 데이터 셋 제작 과정
- Classification
- Text to Solution tech.
- OCR
- Image to Text tech.
- 프로젝트 성과 - Model1, 2

마무리

개요

개요

팀 멤버 및 역할 소개

이석현

팀 리더 및 딥러닝 메인 개발자

유성욱

데이터 셋 수집 및 제작 알고리즘 개발자

박정윤

문제 분류, 딥러닝 및 풀이 함수 개발자

- 대학교 전공 수학 서적들은 일반적으로 **답지를 제공하지 않기 때문에**, 학생들이 문제를 풀면서 스스로 해답을 찾아야 하는 경우가 많습니다.
- 이는 학생들의 문제 해결 능력 향상을 위한 의도적인 조치이지만, **동시에 학습 과정에서 많은 어려움을 겪는 학생들이 존재합니다.**
- 이러한 배경에서, 우리는 **인공지능(AI)를 활용한 문제 풀이 시스템**을 개발하기로 결정하였습니다.
- 이 시스템은 교재의 문제를 AI를 통해 해결해 주고, 학생들이 스스로 학습할 수 있도록 도움을 줄 것입니다

개요

목적 및 기대 효과

학생들의 문제 해결 능력 향상

AI를 통해 제공되는 문제풀이 시스템은 학생들이 스스로 문제를 풀고 해답을 확인할 수 있는 환경을 제공합니다.

실시간 피드백 제공

AI는 문제 풀이 과정을 즉각적으로 제시하고, 학생들이 어디에서 실수를 했는지 확인할 수 있도록 도와줍니다.

개인의 주관에 들어가지 않음

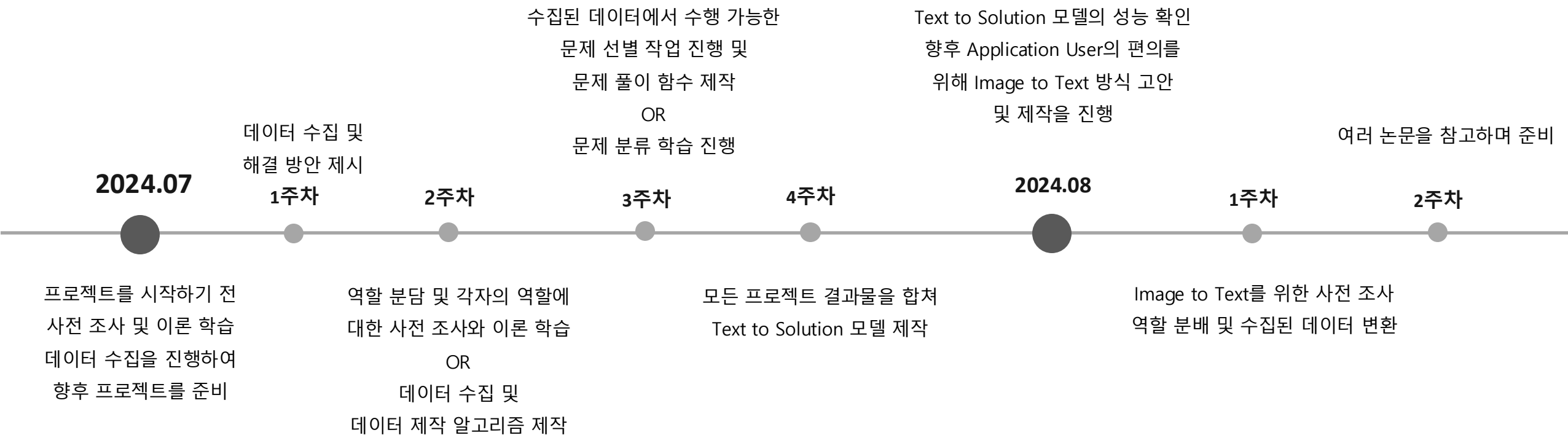
AI는 개인의 주관적인 의견이 들어가지 않아 보다 빠르고 효과적인 풀이를 제공합니다.

학습 시간 절약 및 효율성 증대

AI는 복잡한 문제를 빠르게 해결해 줌으로써, 학생들이 문제 풀이에 소모하는 시간을 크게 절약할 수 있습니다.

개요

프로젝트 진행 PART 1



개요

프로젝트 진행 PART 2

OCR 제작을 위한 각각의 word
데이터 셋을 준비 및
이에 따른 딥러닝 모델 제작

3주차

4주차

딥러닝을 통한 OCR 모델 구현과
Text Detection 및 Split 기능 구현

Word split 구현에 어려움으로
Naver clova AI의 CRAFT 논문 인용

5주차

2024.09

최종적인 모델 구현 및
결과 보고서 제작

최종적인 OCR과
Text Detection tech. 접목

1주차

2주차

결과 보고서 제작 및 제출

본문

데이터를 충분히 확보할 것. 학습을 통한 정확도를 높이기 위해서 가장 중요한 것은 많은 양의 데이터라고 판단했다.

해당 문제를 풀기 위해 각각의 유형에 맞게 분류하고
이를 통해 문제를 해결하는 함수를 제작

OCR 알고리즘으로 텍스트를 뽑아낸 뒤에는 다시 텍스트를 전처리 하여
수학문제를 풀 수 있게끔 하는 함수 알고리즘들이 필요하다. 많은 유형의
함수들을 다루기 때문에 객체지향적 프로그래밍은 필수적이다.

전략

1

AI에게 문제를 Text/Image 형태로 전달

2

전달 받은 Text/Image 데이터를 통해
문제 분류 및 수식 추출

3

수식을 토대로 문제를 푼 후 답 제공

Problems_text

	A	B	C	D	E	F
1	문제					
2	함수 $f(x) = 5x^2 + ax + 6$ 에 대하여 $f(-3) = 8$ 일 때, 상수 a 의 값을?					
3	함수 $f(x) = 4x^3 + 2x^2 - 8x - 8$ 에 대하여 $f(-3) = 7$ 을 만족시킬 때, 상수 a 의 값을 구하시오.					
4	함수 $f(x) = 2x^3 + 3ax^2 + 4x + 10$ 에 대하여 $f(7) = -6$ 을 만족시킬 때, 상수 a 의 값을?					
5	함수 $f(x) = 10x^2 + ax - 6$ 에 대하여 $f(8) = -5$ 일 때, 상수 a 의 값을?					
6	함수 $f(x) = 1x^3 + 3ax^2 + 8x + 9$ 에 대하여 $f(7) = 9$ 을 만족시킬 때, 상수 a 의 값을 구하시오.					
7	함수 $f(x) = 5x^2 + ax + 6$ 에 대하여 $f(10) = -3$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하시오.					
8	함수 $f(x) = 6x^3 + 3ax^2 + 4x + 2$ 에 대하여 $f(-9) = 1$ 을 만족시킬 때, 상수 a 의 값을 구하시오.					
9	함수 $f(x) = 5x^2 + ax + 4$ 에 대하여 $f(-2) = 1$ 일 때, 상수 a 의 값을?					
10	함수 $f(x) = 8x^2 + ax - 6$ 에 대하여 $f(9) = -3$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하시오.					
11	함수 $f(x) = 9x^2 + ax - 3$ 에 대하여 $f(-2) = -2$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하시오.					
12	함수 $f(x) = 4x^2 + ax + 6$ 에 대하여 $f(-2) = 8$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하시오.					
13	함수 $f(x) = 1x^3 + 3ax^2 + 9x + 5$ 에 대하여 $f(-9) = 2$ 을 만족시킬 때, 상수 a 의 값을?					
14	함수 $f(x) = 4x^2 + ax + 8$ 에 대하여 $f(-4) = -3$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하시오.					
15	함수 $f(x) = 4x^3 + 3ax^2 - 9x - 1$ 에 대하여 $f(-3) = 10$ 을 만족시킬 때,					

원본 문제

함수 $f(x) = x^2 + ax$ 에 대하여 $f'(1) = 4$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하시오.

생성 문제

함수 $f(x) = 6x^2 + ax - 2$
에 대하여 $f'(-4) = -9$ 일 때,
상수 a 의 값을 구하시오.

- 이와 같은 문제를 가지고 엑셀을 활용하여 데이터 셋을 증가 시켜 유형당 약 1만개를 생성하였습니다.
- 뿐만 아니라 정확도를 더욱 향상 시키기 위하여 글씨크기 및 폰트를 달리하여 더 많은 데이터 셋을 확보했습니다.

Prob. Classification

많은 양의 문제 유형을 이번 프로젝트에서 다루기 어려울 것으로 판단 -> 2021 ~ 2023년도 평가원 및 지자체 문제 중 미분 부분만 참조

총 7개의 문제 단일 문제 유형을 획득 -> 딥러닝을 통해 문제 유형별 특징으로 분류 -> 7개의 유형으로 문제를 구분 후 솔루션 제공

'함수 $f(x) = 2x^2 + ax + 3$ 에 대하여 $f'(7) = -2$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하시오.'
diff-1일 확률이 99.75741505622864% 입니다

* 찾아낸 문제점

각각의 출제원의 따라 문제를 설명하는 방식이 달라 이로 인해 오류가 발생하는 문제점을 발견하여 조치

Ex) A 출제원의 경우 '값은?'으로 끝남

B 출제원의 경우 '값을 구하시오.'로 끝남

C 출제원의 경우 '값을 구하여라' 로 끝남

In Out	1	2	3	4	5	6	7
1	99.8	-	-	-	-	-	-
2	0	100	0	0	0	0	0
3	-	-	99.9	-	-	-	-
4	0	0	0	100	0	0	0
5	-	-	-	-	99.7	-	-
6	-	-	-	-	-	99.1	-
7	0	0	0	0	0	0	100

텍스트 기반 분류 알고리즘

개발 중간 단계

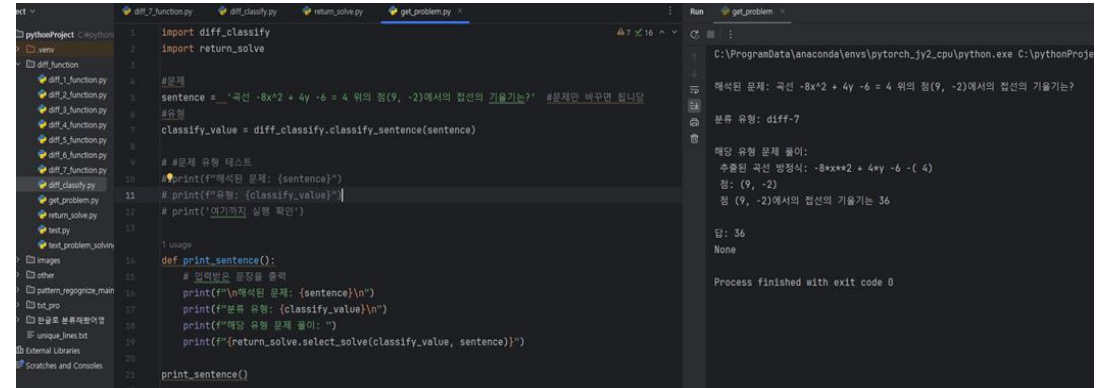
입력되는 수학문제의 텍스트들을 전처리, 인식, 분류하는 알고리즘을 객체지향적으로 구현했다. 아래쪽 이미지는 알고리즘 개발의 중간 과정이다. 문제를 입력하면 해당 유형과 추출된 변수들, 답을 출력해낸다. 총 7가지 유형의 문제를 풀기위한 7개의 함수들 중, 입력한 문제 유형인 diff-7 유형의 문제를 풀기위해 diff_7_function.py 함수가 import, 맵핑 되어지고 있다. 또한 분류 알고리즘인 diff_classify.py, 문제와 해당유형을 받으면 정답을 반환하는 함수인 return_solve.py, 텍스트를 인식하고 다른 함수들과 연결되어 있는 get_problem.py, 이 4가지의 함수들이 객체 지향적으로 연결되어 있는 상황이다.

```

입력한 문제: 곡선  $-8x^2 + 4y - 6 = 4$  위의 점(9, -2)에서의 접선의 기울기
유형: diff-7
분석:
추출된 곡선 방정식:  $-8x^2 + 4y - 6 = 4$ 
점: (9, -2)
점 (9, -2)에서의 접선의 기울기는 36
답: 36

Process finished with exit code 0

```



개발 마무리 단계

위쪽 이미지와 같이 1개의 실행창에서 입력과 출력이 동시에 이루어지도록 구현하고 알고리즘 개발을 마무리 지었다. 7가지 문제 유형들을 한번 씩 다 넣어서 실행시킨 결과 예상한 결과 값과 같은 실제 출력 값이 같음을 확인할 수 있었다. 개발 초기와 중간 단계에서는 실행시키는 것에 초점이 맞춰져 있어서 개발한 함수들을 마구잡이로 import하여 실행하였지만, 마무리 단계에서는 이 마구잡이로 연결되어 있는 코드들과 변수들을 객체지향적으로 깔끔하게 정리하고, 수정하였다. 이로써 만약 새로운 유형의 추가나 수정이 요구될 경우 개발자가 업데이트를 편하게 할 수 있도록 개발을 마무리 지었다.

방법 1. 수식의 인식을 위해 수식 부분만 남기고 나머지를 삭제한 후, 색 반전으로 전처리를 진행

함수 $f(x) = 2x^2 + ax + 3$
에 대하여 $f'(2) = -1$ 일 때,
상수 a 의 값을 구하시오.

$f(x) = 2x^2 + ax + 3$
 $f'(2) = -1$
 a

방법 2. 라이브러리를 사용하여 OCR을 진행 <- 수식 인식 못하는 문제 발생 (Easyocr, Tesseract 등)

함수 $f(x) = 1x^3 + 7x^2 - 1x + 4$ 에 대하여
 $f'(x)$ 의 값은?

함수 $f(x) = 1x^3 + 7x^2 - 1x + 4$ 에 대하여 $f'(x)$ 의 값은?

OCR-1 (about the process)

함수 $f(x) = 2x^2 + ax + 3$
에 대하여 $f'(2) = -1$ 일 때,
상수 a 의 값을 구하시오.

오른쪽의 이미지처럼 영문과 특수기호는 제거하고, 나머지 한글 텍스트는 검정색 배경 처리로 전환하였다. OCR 정확도를 높이기 위해 전처리에서 그레이스케일 변환, 대비 조정, 이진화(Thresholding) 등의 기술을 사용하여 전처리하는 알고리즘을 개발하였다. 제거 과정에서 여러변수들 간의 마찰 때문에 노이즈를 완전히 제거하지 못했지만 대부분 제거하는데 성공했다.

왼쪽은 수학 문제의 원본 이미지이다. OCR 알고리즘의 정확도를 높이기 위해서는 이미지 품질과 해상도가 중요하다. 수식이나 숫자를 인식하는 것은 상당히 높은 작업이므로, 텍스트에서 특정 언어만 인식하도록 1차 전처리 과정을 거쳤습니다. 아래 이미지와 같이, 전처리를 통하여 한글을 먼저 제거하였습니다. 한글을 먼저 전처리한 이유는 한글의에 대한 OCR 정확도가 가장 높은 것으로 분석되었기 때문이다.

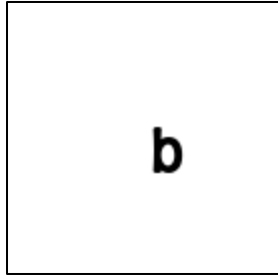
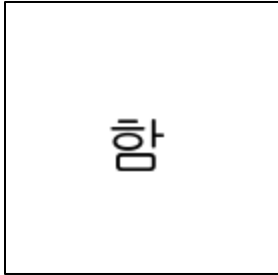
$$f(x) = 2x^2 + ax + 3$$

$$f'(2) = -1$$

a

Word OCR

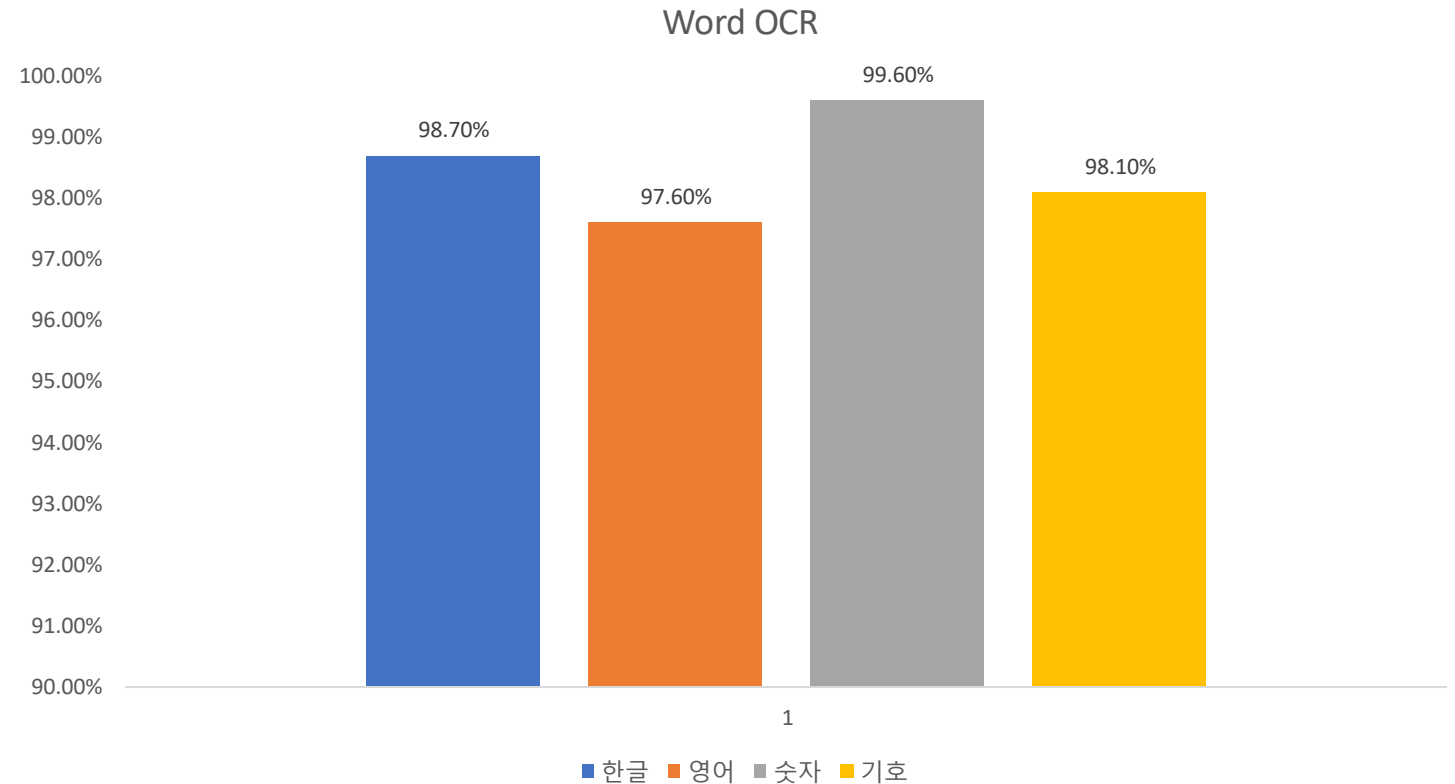
한글, 영어, 숫자, 기호 등 4가지 모델 학습 진행



99.99991655349731의 확률로 "함"입니다

99.99997615814209의 확률로 "b"입니다

위에 보이는 것처럼 각각의 word를 인식하는 모델을 제작완료
따라서 Text 이미지를 받아 word로 split 한 후 각각의 모델을 병렬 처리하여
가장 확률이 높은 텍스트를 출력할 예정

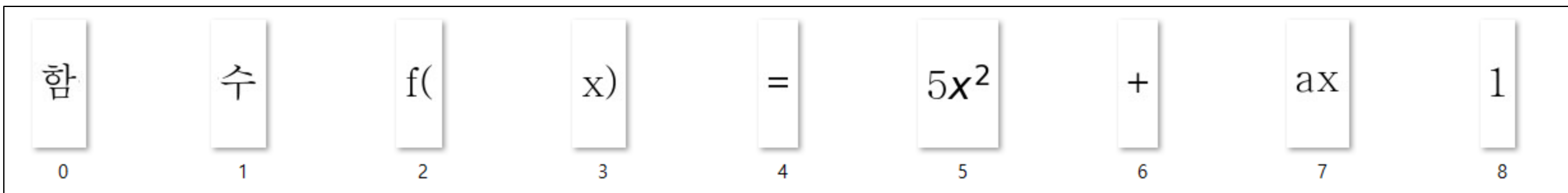


Text OCR

함수 $f(x) = 5x^2 + ax - 1$



Word Unit으로 분리

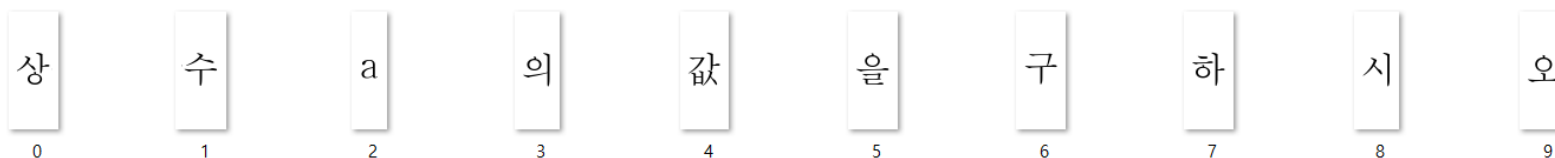


`['x^{3}', '수', '만', 'x^{2}', '값', '+', '값', 'x^{1}', 'x^{6}']`

한 글자씩 분리가 잘 되지 않음. <- Naver clova 의 CRAFT논문을 참고함

만약 한 글자씩 split하여 분리할 경우 인식률이 떨어짐, 모델 병렬처리 문제로 예상

+ 잘 되는 구간도 존재



`'상', '수', 'a', '의', '값', '을', '구', '하', '시', '오']`

Text to Solution

텍스트 입력



문제 분류



솔루션 출력

해석된 문제: 곡선 $-8x^2 + 4y - 6 = 4$ 위의 점 $(9, -2)$ 에서의 접선의 기울기는?

분류 유형: diff-7

해당 유형 문제 풀이:

추출된 곡선 방정식: $-8x^2 + 4y - 6 = 4$

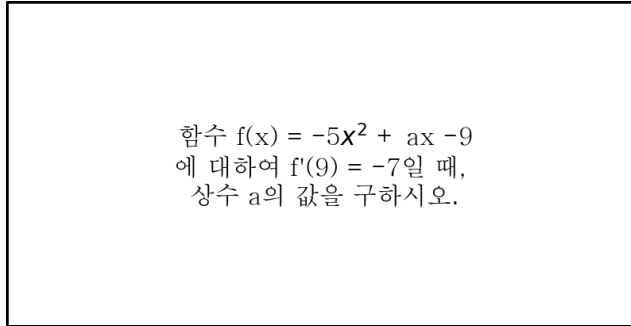
점: $(9, -2)$

점 $(9, -2)$ 에서의 접선의 기울기는 36

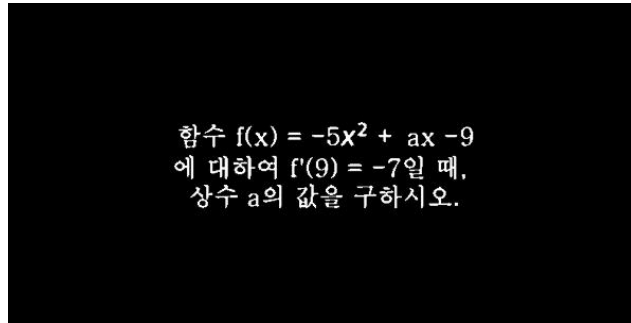
답: 36

Image to Solution(Image Classification)

이미지 입력



이미지 전처리



이미지 정확도를 높이기 위해 색반전하는 전처리 진행

문자 인식 및 분류



추출된 한글 문자: 함수 에 대하여 일 때 상수 의 값을 구하시오
diff-1

수식은 문제 분류에 있어 특징선정에서 제외하기 위해 한글만 추출

이미지에서 수식 추출에 **실패함**, 라이브러리와 딥러닝 합성 시 수식 인지 못하는 현상 발생 <= 실패

마무리



위기 및 해결

문제를 학습시키기 위해서 데이터셋을 처음에 약 100개로 했을 경우 정확도가 매우 낮게 나왔습니다. 이때 글씨 크기 및 폰트를 추가하여 하나의 문제라도 개수를 늘려 약 1만개 이상으로 데이터를 수집하여 학습 시켜 정확도를 90프로대까지 상승시켰습니다.



위기 및 기회

이러한 풀이를 이용하여 이미지처리까지 하려했으나, 이는 실패로 돌아갔습니다. 해결하기 위해 CRAFT 라는 이미지에서 텍스트 영역을 검출하기 위해 Segmentation-based 네트워크 구조로 설계하였지만, 논문에 명시되어 있는 것과는 달리 실제로 구현할 때에는 이미지가 픽셀마다 겹치는 현상이 발생하여 인식률이 떨어져 실패로 돌아가게 되었습니다. 이에 따라 추후에는 이미지처리까지 해보고 싶은 생각이 들었습니다.



향후 방향

현재는 수학 문제 풀이에 초점을 맞추고 있지만, 향후에는 물리학, 화학 등 다른 학문 분야의 문제에도 적용할 수 있도록 AI 모델을 확장할 수 있습니다.
또는 학생들이 자주 틀리는 문제 유형을 분석해, 그에 맞는 연습 문제를 추가로 제공하거나, 학습 속도에 맞춰 문제의 난이도를 조정하는 기능을 추가할 수 있을 것입니다.

감사합니다.