

캡스톤디자인

BERT & GPT 파인튜닝 및 파이프라이닝을
활용한 감성 대화 챗봇

김형준 2020110476
박정민 2018102190
유재형 2016104136
이성주 2017104011

목차

01

개발 및 연구 일정

02

연구 배경 및 목표

03

관련 연구 - BERT, GPT

04

BERT 파인튜닝

05

프로젝트 시연

06

결론 및 Q&A

01

개발 및 연구 일정



March

지도 교수님 배정

주제 선정

관련 기술 연구 (3.21 ~)

April

관련 기술 연구 (~4.03)

기초 조사서 제출

GPT-3 fine-tuning

BERT fine-tuning

중간 보고서 제출

May

Design Frontend

Design Backend

BERT 결과 분석

GPT-3.5 연구

Develop Frontend

Develop Backend

Test

June

Develop Frontend

Fix & Refactor Backend

Test

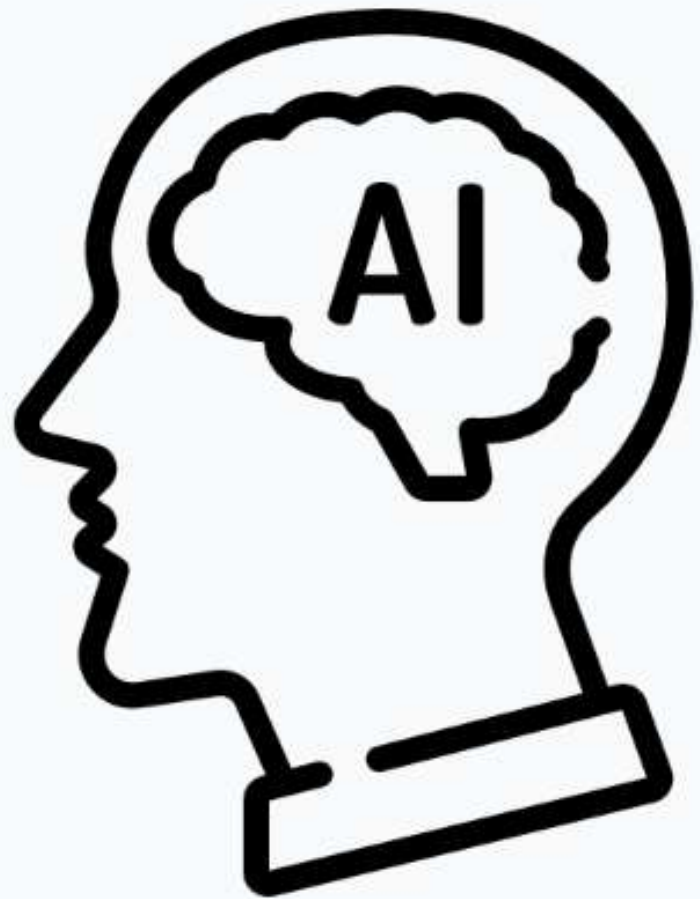
최종 보고서 작성 (~6.18)

02

연구 배경 및 목표



2. 연구 배경



AI기술 + 자연스러운 대화
+ 감정에 맞는 응답 제공



언어 이해에 탁월한 성능을
보이는 BERT



언어 생성에 탁월한 성능을
보이는 GPT



2. 연구 목표

주요 목표

자연어 처리 기술을 활용하여 BERT&GPT 파이프라이닝 감성 대화 챗봇을 개발

세부 목표 (주요목표 달성을 위한)

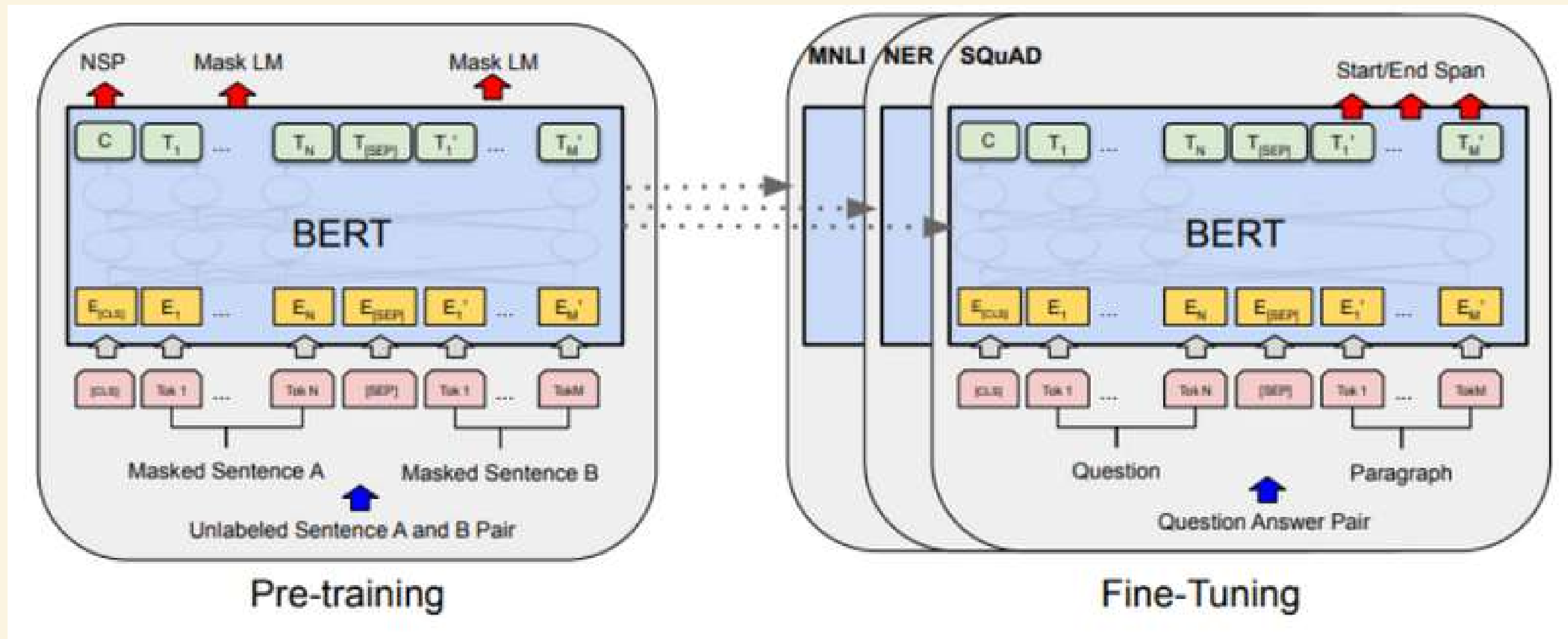
- 1) **BERT** 모델을 일상대화를 약 60가지 감정으로 분류한 데이터로 **Fine-tuning & 입력문장 감성 분석**
- 2) NLP 기술 중 **GPT-3.5-turbo** 모델 활용 응답문장 생성
- 3) 사용자 Input Sentece와 동일 감정이 담긴 Output Sentence를 GPT 모델로 생성하도록 **GPT-3.5-turbo 모델 튜닝**

03

관련 연구 - BERT, GPT



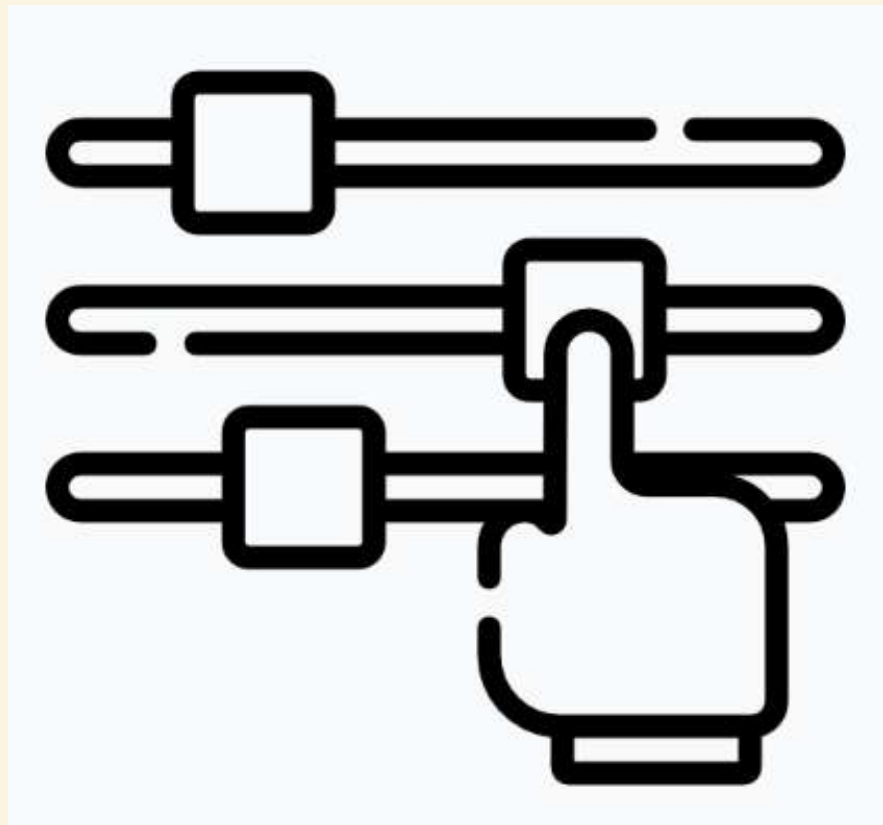
3. 관련 연구 - BERT



Left & Right Context를 모두 고려하여 단어의 context와 의미를 뽑아내는 BERT

언어 이해 및 처리를 위한 강력하고 유용한 도구 제공

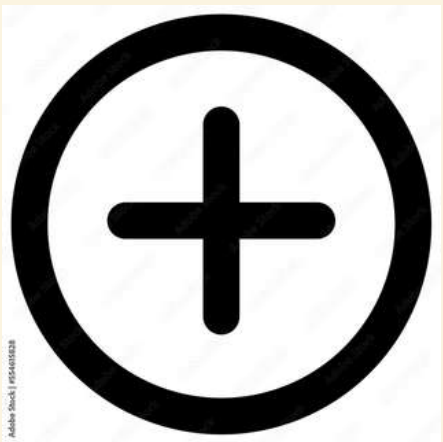
3. 관련 연구 - GPT-3.5-turbo



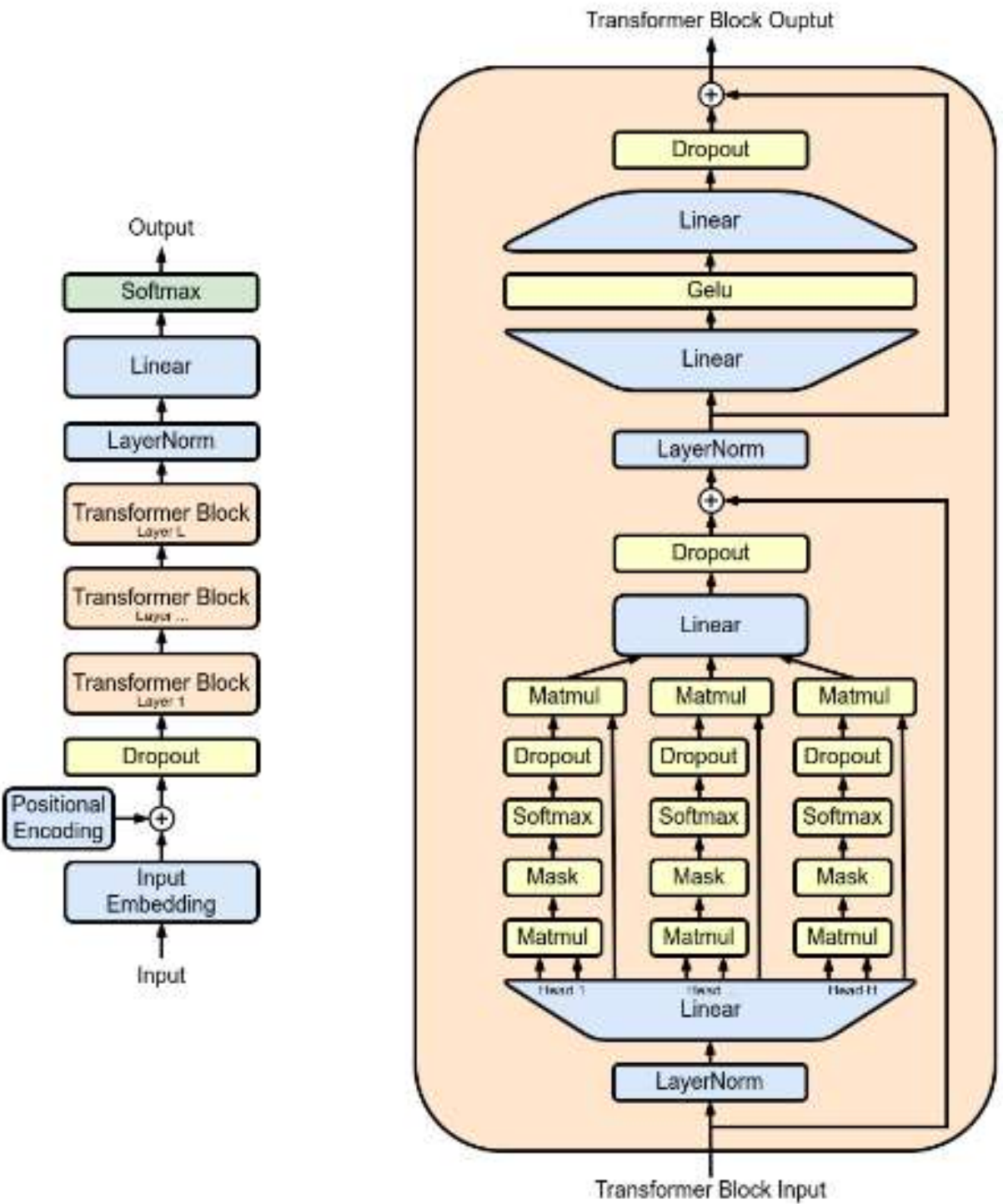
Adjust Parameter



Additional Training



For Better Performance



3 GPT-3.5-turbo 활용 - Custom Process

```
# GPT_OPTION: GPT 커스텀  
GPT_OPTION = "친구, 일상대화, 반말, ';;;' 뒤에 있는 감정을 답변 문장에 반영"
```

'role': 'system'에 생성 문장이 만족해야 하는 조건인 GPT_OPTION을 활용

친구와 대화하는 것 처럼 응답 / 일상 대화의 형태 / 친근한 말투
';;;' 뒤에 BERT 모델이 분류한 감정을 생성 문장에 반영해야 함을 알려줌

3 GPT-3.5-turbo 활용 - Generating Process

```
def generate_answer(question, feel):  
    # {질문+감정}을 'role: user'로 메시지 리스트에 추가  
    messages.append({"role": "user", "content": question + ' ;; ' + feel})  
  
    # OpenAI Chat API를 사용하여 답변 생성  
    result = openai.ChatCompletion.create(  
        model=GPT_NAME,  
        messages=messages  
    )  
    answer = result.choices[0].message.content  
  
    # {답변}을 'role: assistant'로 메시지 리스트에 추가  
    messages.append({"role": "assistant", "content": answer})  
  
    return answer
```

1) **Fine-tuned BERT** 모델로 입력
문장 감정 분석

2) **GPT** 모델에게 입력 문장 + 감정
전달

3) **Return** 받은 문장을 계속하여
메시지 리스트에 저장하여 흐름 유
지

해당 내용을 **generate_answer** 함
수로서 만들어 활용

04

BERT 파인튜닝 감정 분류



4-1. Data Preprocessing

Load Data

AI Hub
AI 데이터찾기 AI 개발지원 참여하기 정보공유 고객지원 AI 허브소개

데이터 분야



#코퍼스 #감성대화 #감성 챗봇 #우울증 예방

감성 대화 말뭉치

분야 한국어 유형 오디오, 텍스트

갱신년월 : 2023-05 구축년도 : 2020 조회수 : 22,164 다운로드 : 6,678 용량 : 20.35 MB

[다운로드](#) [↓ 샘플 데이터](#)



sentence	sub_sentiment
아빠에게 나를 믿어달라고 말할 거야.	낙담한
뿌듯하고 기쁜 마음을 오래 기억하고 싶어.	기쁨
보고 재료를 확인할 거야. 청결하게 관리해야지.	신이 난
도 가족들과 대화를 좀 해 봐야겠어. 왜 그러는지.	분노
맞아. 날 갑자기 날 괴롭히기 시작해서 괴로워.	당황
저녁 먹고 아내랑 산책하는 게 요즘 사는 낙이야.	편안한
맛있는 저녁을 먹고 바람 좀 쐬려고 해.	낙담한
조금씩 배웠어도 이 지경까지 되진 않았을 텐데 너무 후회돼.	괴로워하는
얼마 전에 암 수술을 했어. 몸이 안 좋아서 일할 수가 없으니 생활이 너무 어렵네.	버려진
나 오래 연애했던 여자친구와 헤어졌어. 버려진 기분이 들어서 슬퍼.	버려진

4-1. Data Preprocessing



Load Data

```
: print(f'총 데이터 개수: {len(dataset)}')
```

총 데이터 개수: 144723

가난한, 불우한	느긋	불안	안도	짜증내는	후회되는
감사하는	당혹스러운	비통한	억울한	초조한	충분
걱정스러운	당황	상처	열등감	충격 받은	희생된
고립된	두려운	성가신	염세적인	취약한	
괴로워하는	마비된	스트레스 받는	외로운	툴툴대는	
구역질 나는	만족스러운	슬픔	우울한	편안한	
기쁨	방어적인	신뢰하는	자신하는	한심한	
낙담한	배신당한	신이 난	조심스러운	혐오스러운	
남의 시선을 의식하는	버려진	실망한	좌절한	혼란스러운	
노여워하는	부끄러운	악의적인	죄책감의	환멸을 느끼는	
눈물이 나는	분노	안달하는	질투하는	회의적인	

58

4-1. Data Preprocessing

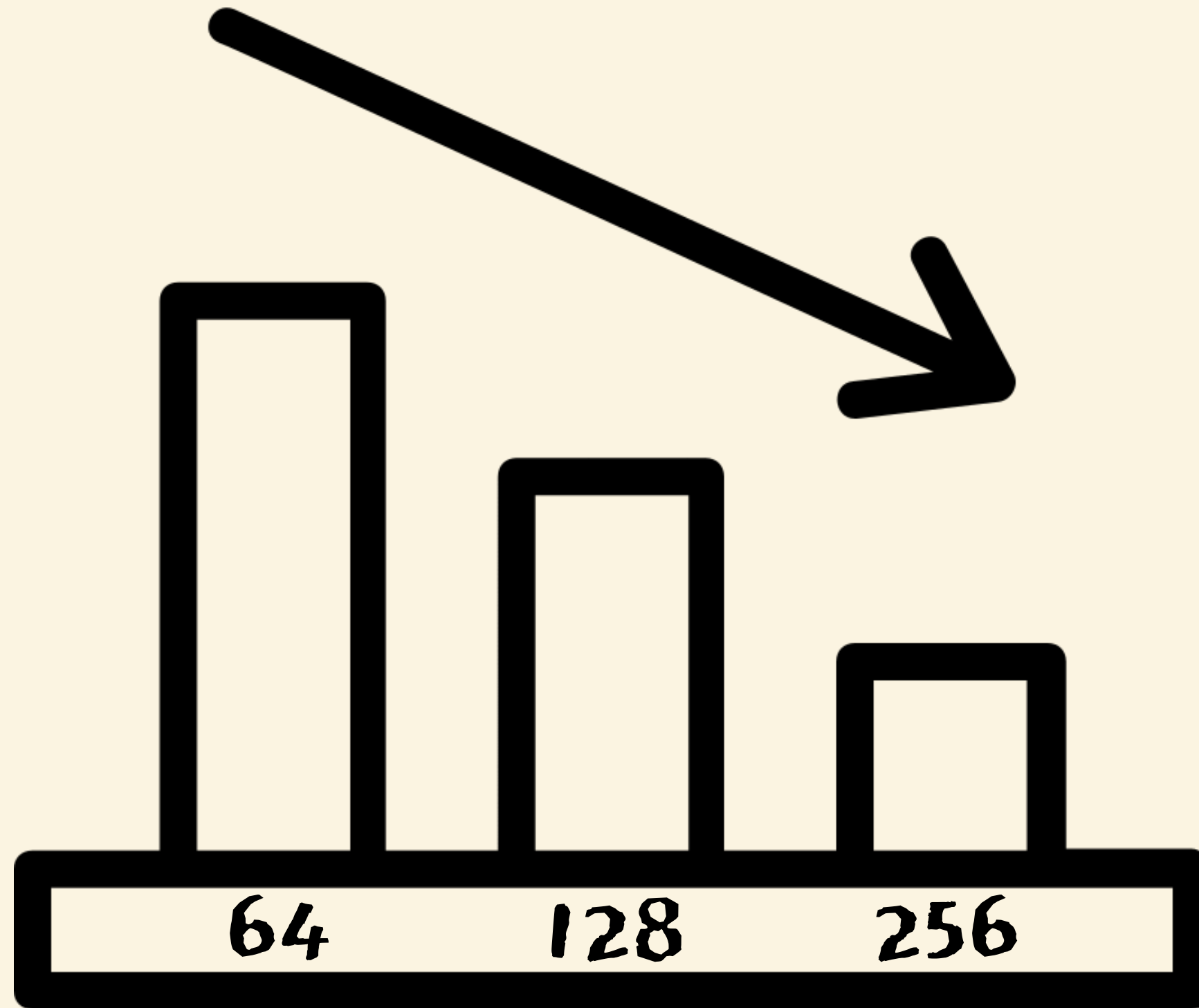
Load Data



	sentence	label
	난 병원 신세라 언제 떠날지 모르는데 빛과 함께 남을 아들을 생각하니 안타까워.	18
	일도 못하고 이렇게 병원신세만 지다 죽을까 두려워. 모든 게 후회스러워.	13
	오늘 딸이 내 발에 걸려 넘어지는 바람에 울어서 놀랐어.	13
	코딩 개념 자체를 아무리 설명을 들어도 머리만 아프고 이해를 못하겠어.	52
	지저분하고 더러워서 못 살겠어.	5
	그래서 요즘 근래 모임도 같이 나가고 자주 보기는 해.	2
	남편이 같이 점심 먹자고 직장으로 찾아온 적은 처음이라 당황스러워.	13
	그래야지. 먹는 양 줄이고 운동 시작할 거야. 처방약도 꾸준히 복용해야지.	42
	내가 돈이 없으니 자식들도 내 말을 듣지 않고 나를 괘시하는 게 느껴져서 환멸이 나.	53
	어머니 십 주기 추도식에 다녀왔어. 벌써 시간이 그렇게나 흘렀네.	34

4-1. Data Preprocessing

 Set parameter



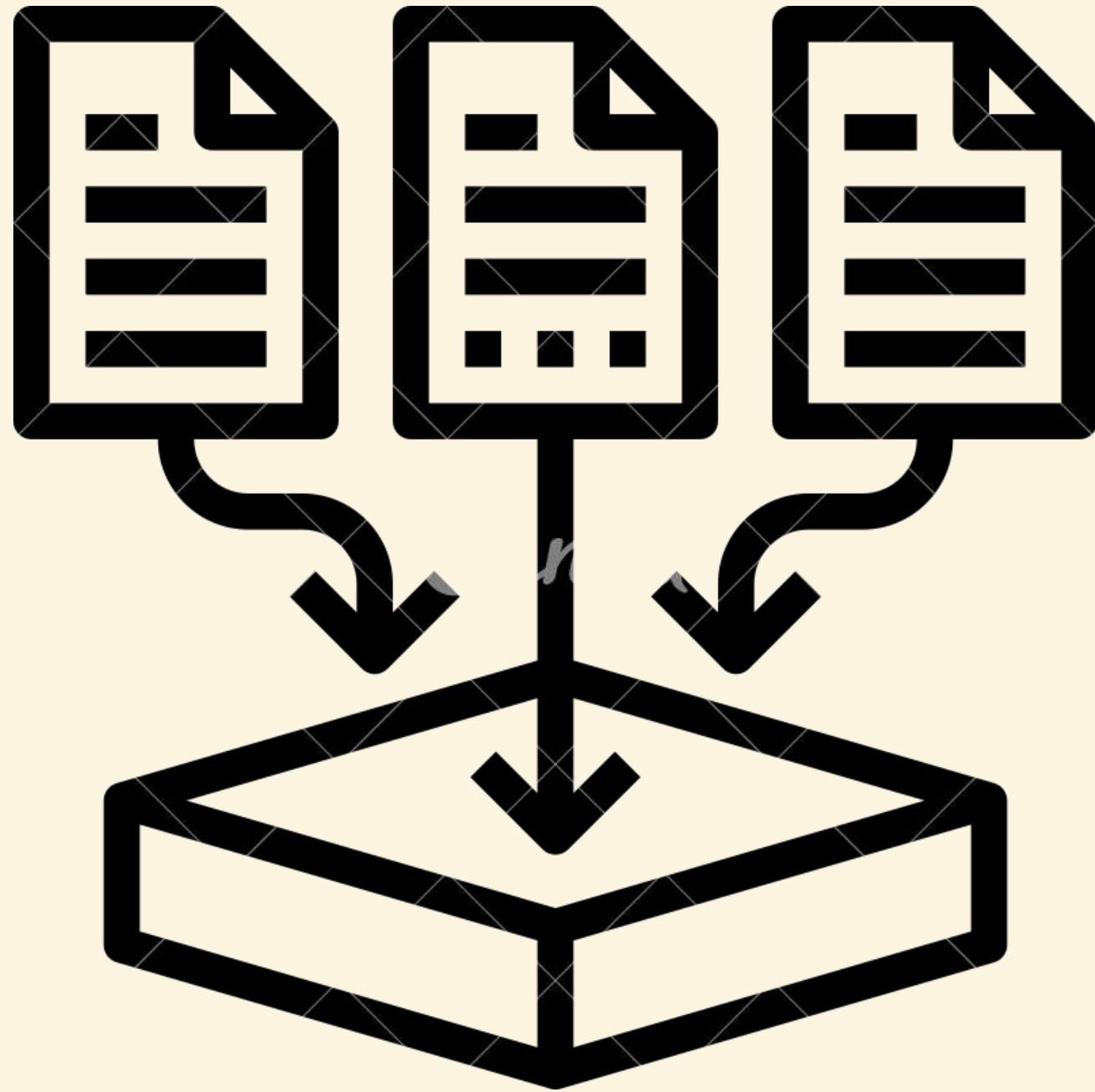
64~128: 2374개

128~256: 3개

max_seq_len = 128

4-1. Data Preprocessing

Split Dataset



train : validation : test

⑥

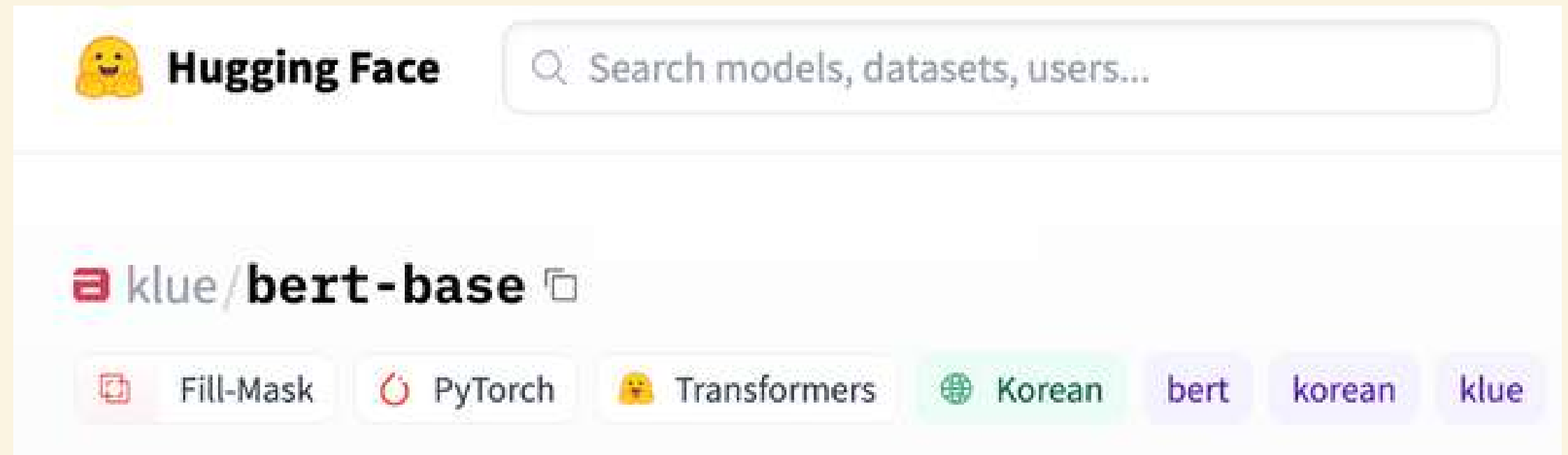
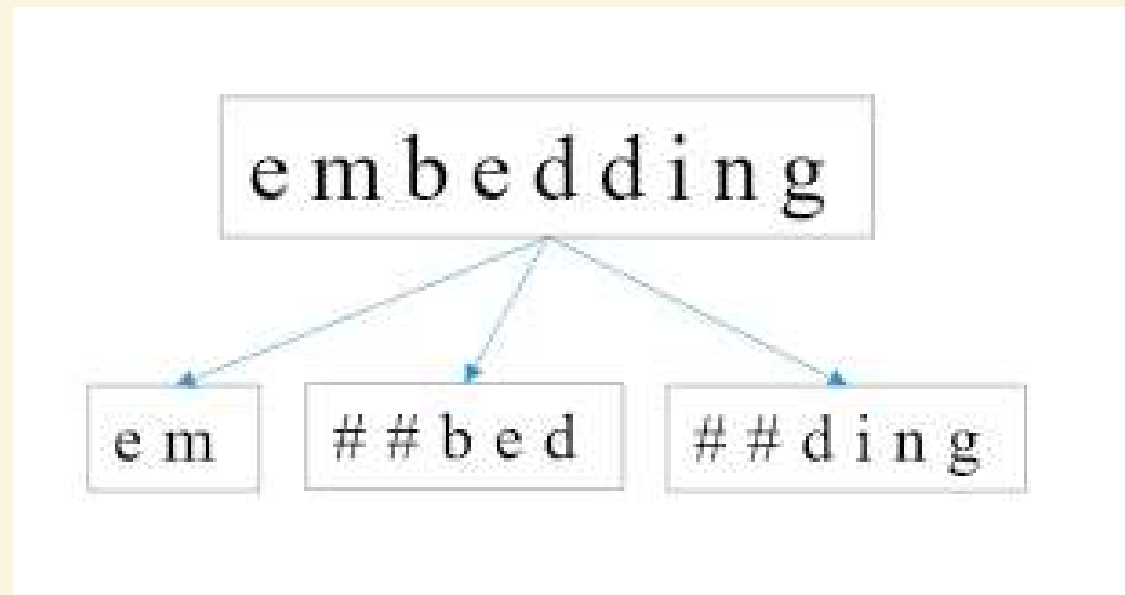
②

②

4-1. Data Preprocessing



Tokenize

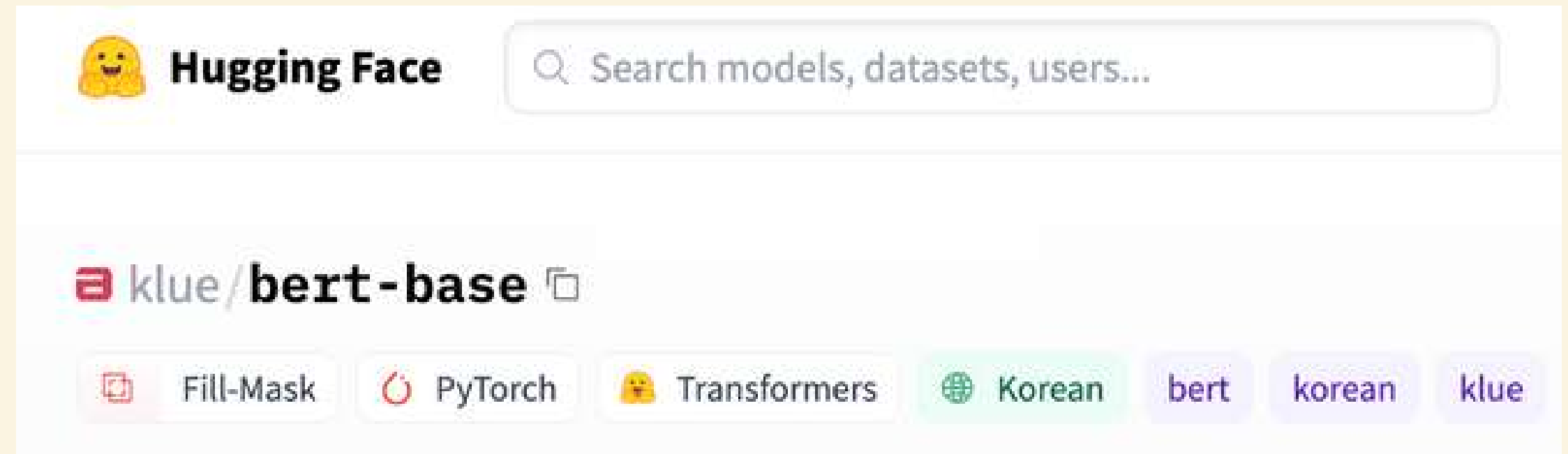
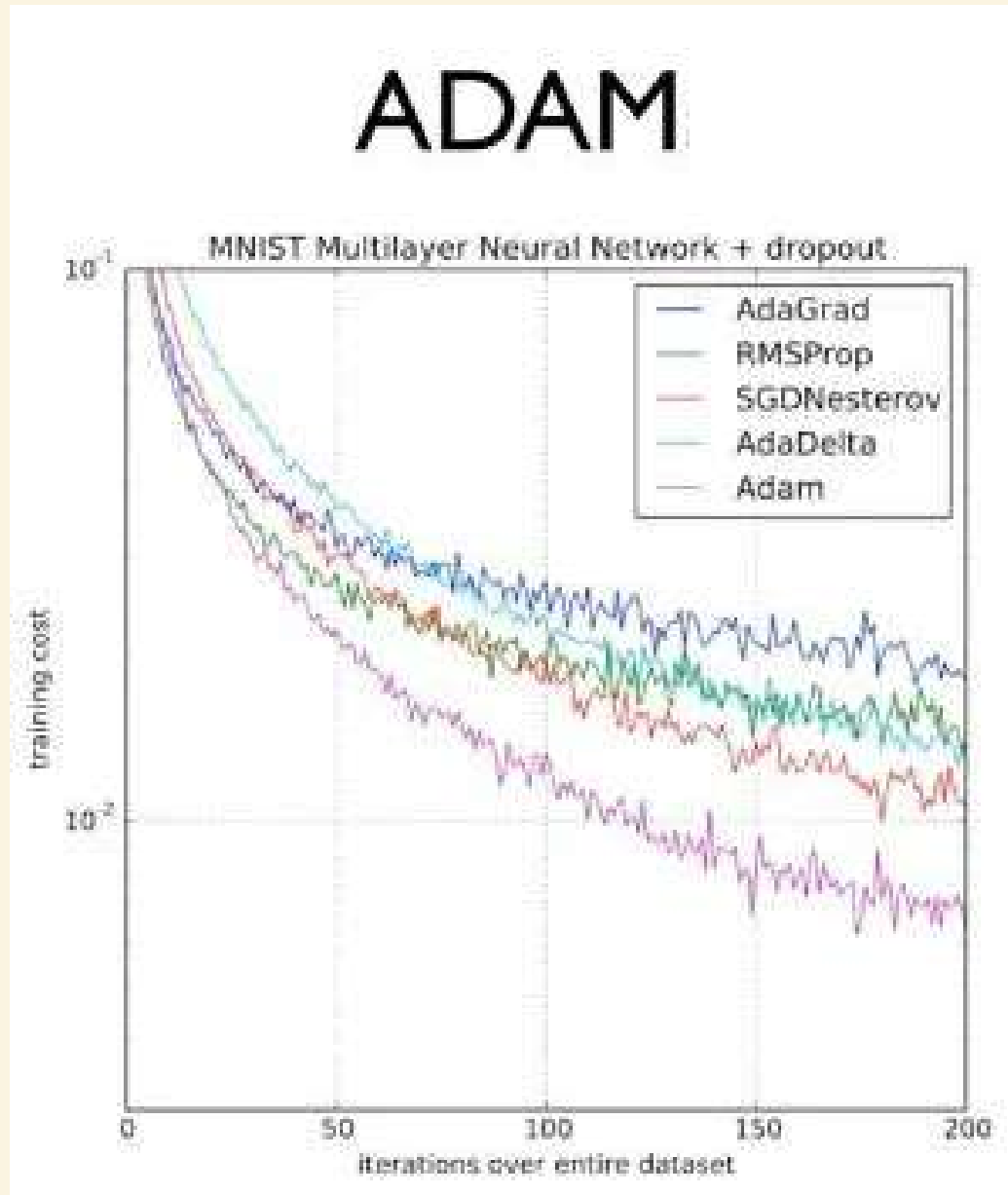


< Subword Tokenization - WordPiece >

특히 형태소 분석이 어려운 언어에 적합하며,
한국어와 같은 복잡한 언어에 유용

4-2. Model Fine-tuning

🔧 Fine-tuning

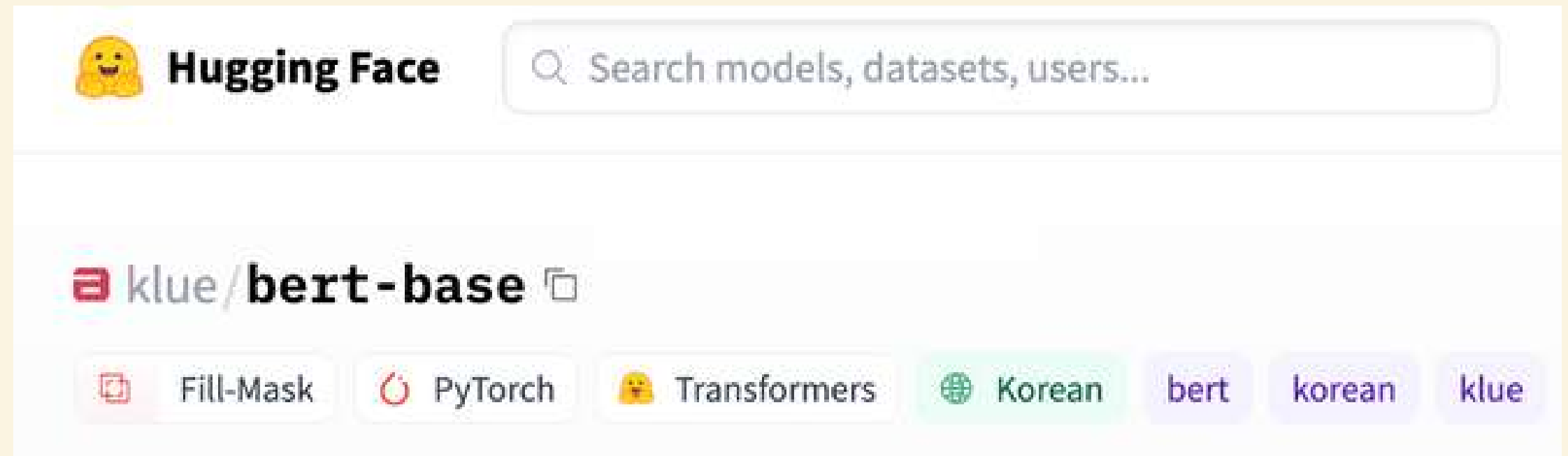
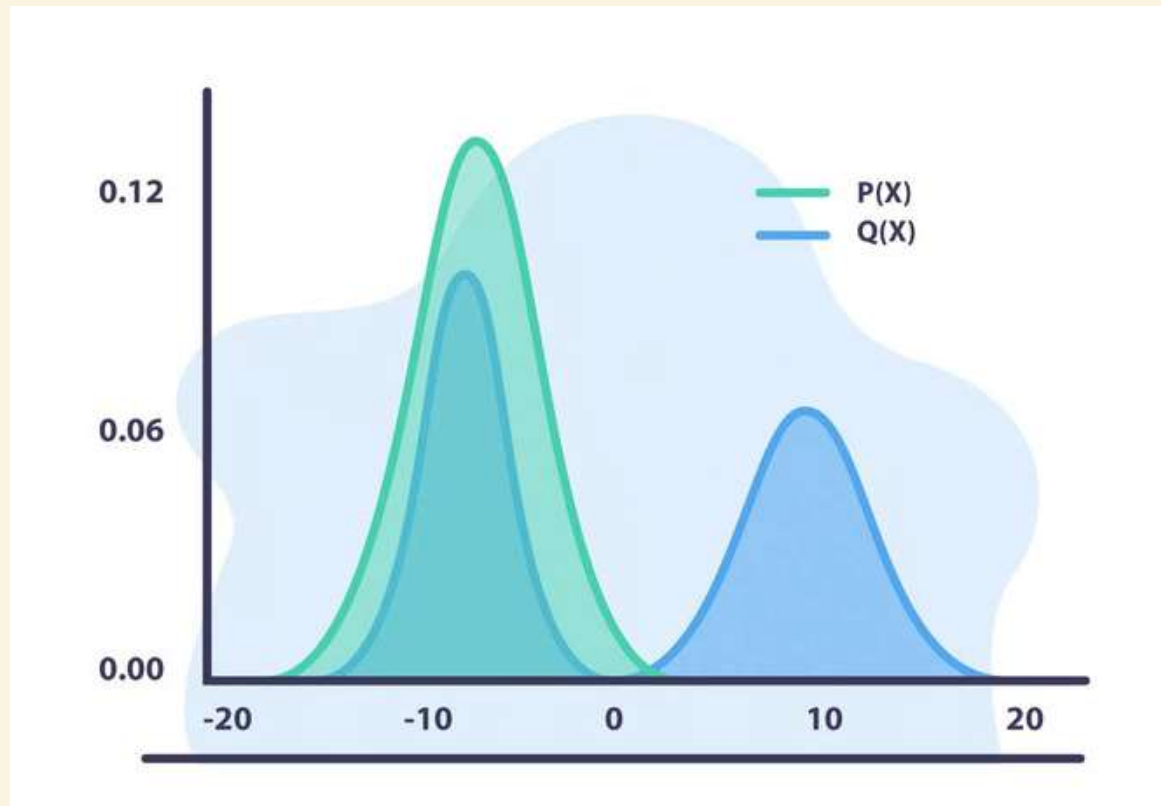


< Optimizer - Adam >

더 빠른 수렴과 학습 속도 제공

4-2. Model Fine-tuning

🔧 Fine-tuning

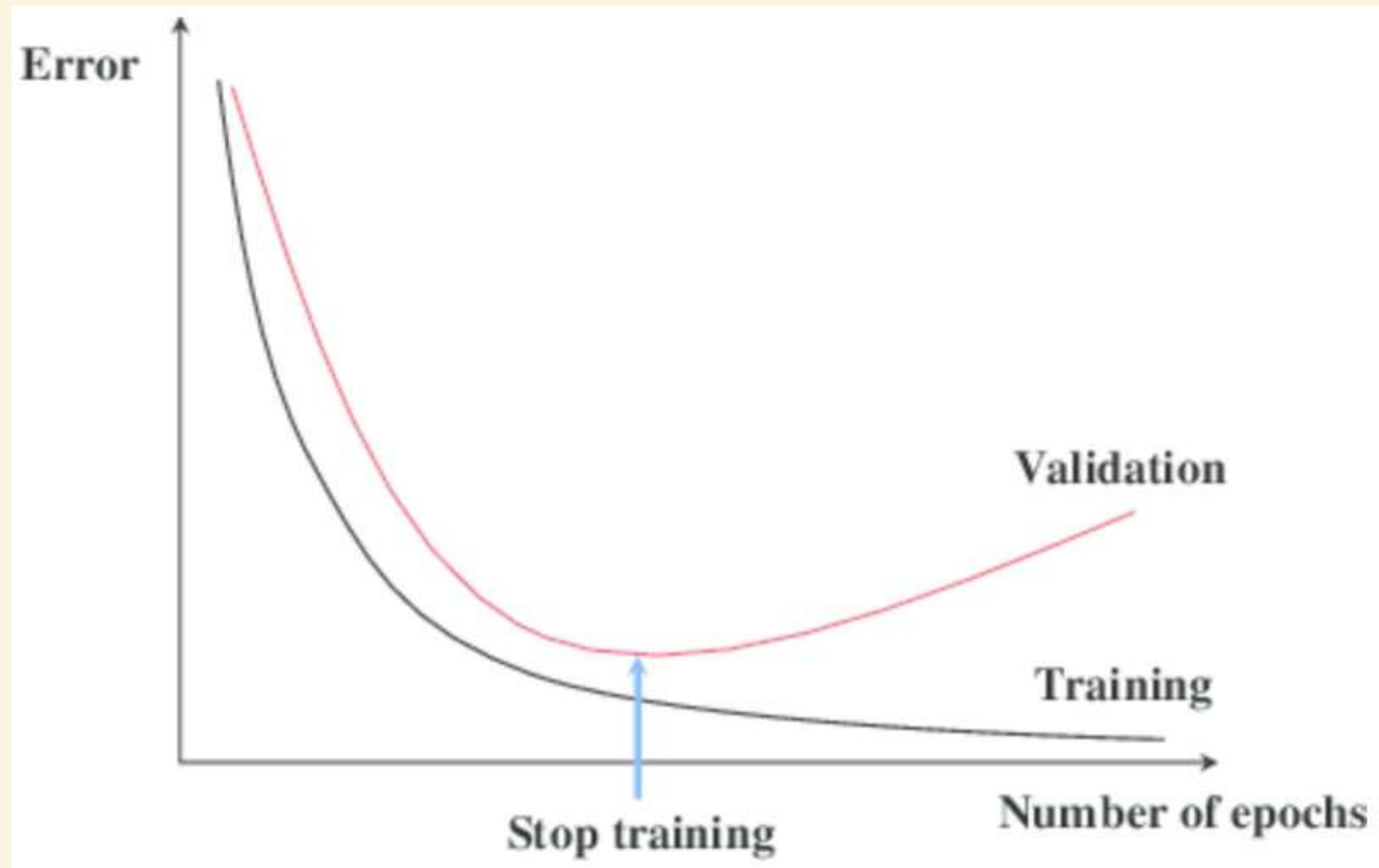


< Loss - Cross Entropy Loss >

다중 클래스 분류 문제에 주로 사용되며,
실제 타겟 값과 예측된 클래스 간의 차이를 계산

4-2. Model Fine-tuning

Fine-tuning

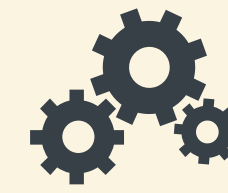


```
Epoch 1/3  
1357/1357 [=====] - 264s 157ms/step - loss: 3.4731 - accuracy: 0.1651  
- val_loss: 3.2163 - val_accuracy: 0.2168  
Epoch 2/3  
1357/1357 [=====] - 194s 143ms/step - loss: 3.0988 - accuracy: 0.2361  
- val_loss: 3.1422 - val_accuracy: 0.2283  
Epoch 3/3  
1357/1357 [=====] - 193s 142ms/step - loss: 2.8891 - accuracy: 0.2742  
- val_loss: 3.1452 - val_accuracy: 0.2327
```

< EarlyStopping - patience=0 >

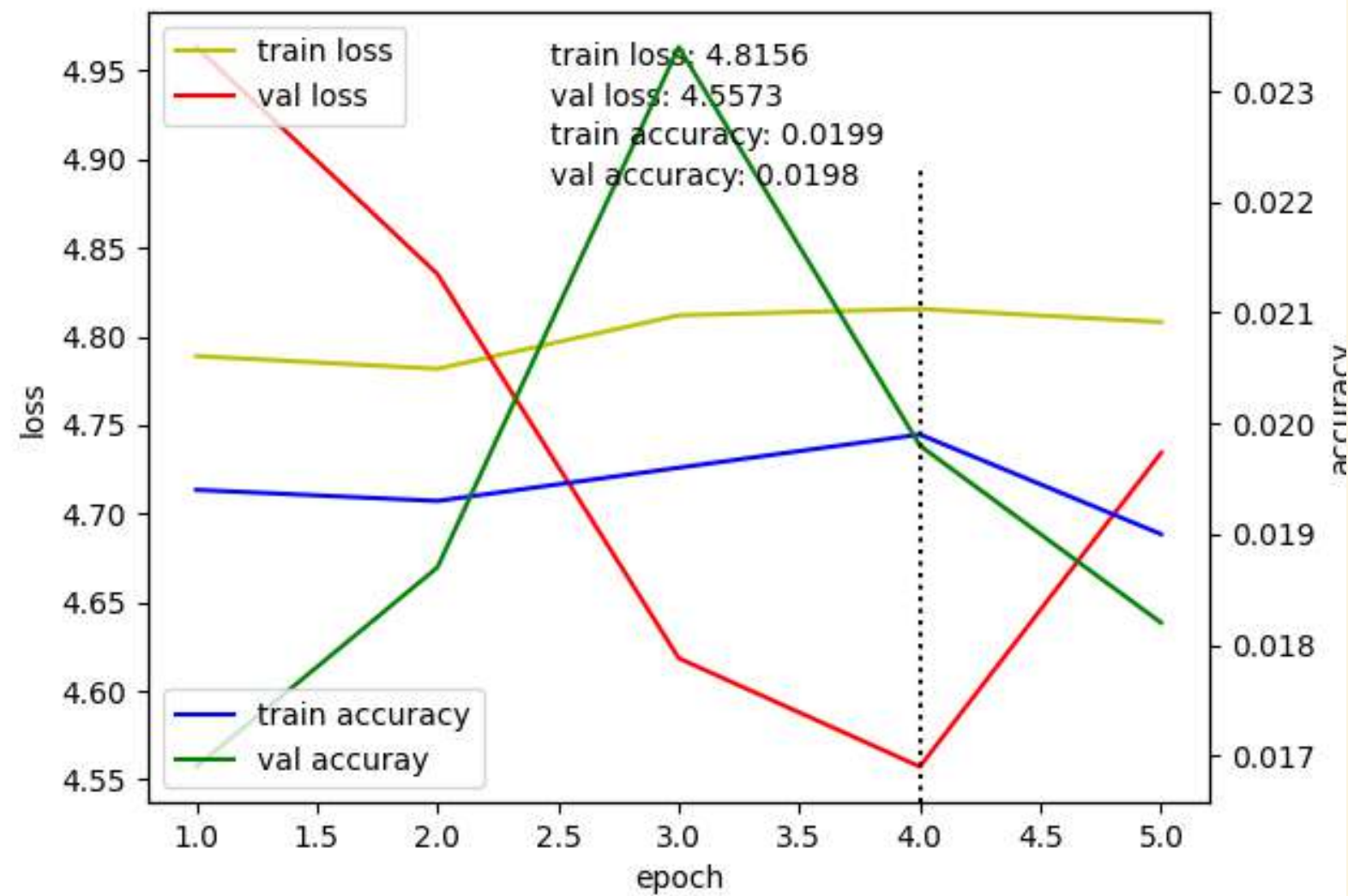
시간 및 자원 절약 & 조기 과적합 방지

4-2. Model Fine-tuning

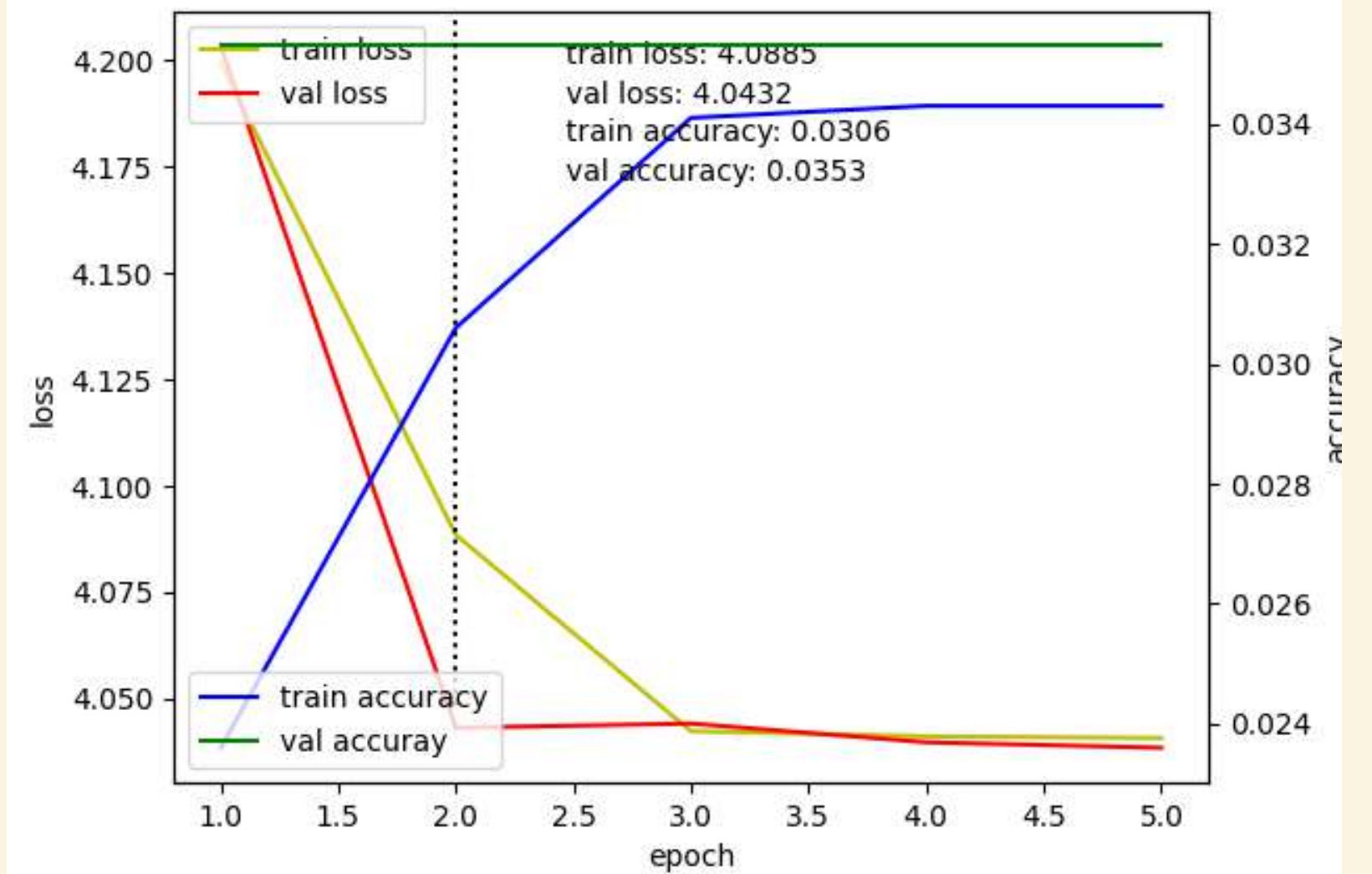


Set learning_rate

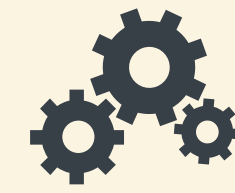
batch_size=64, learning_rate=5e-3



batch_size=64, learning_rate=1e-3

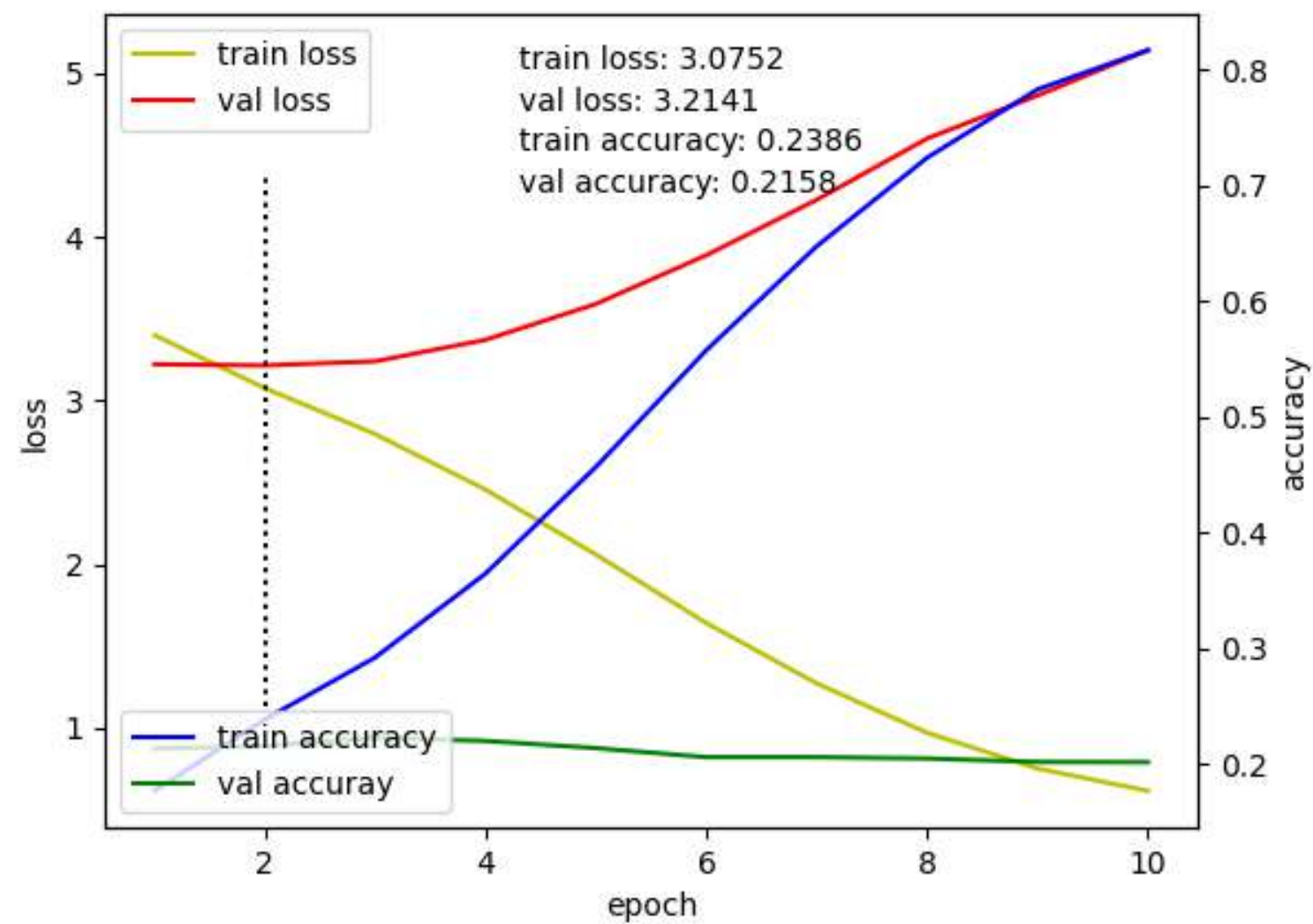


4-2. Model Fine-tuning

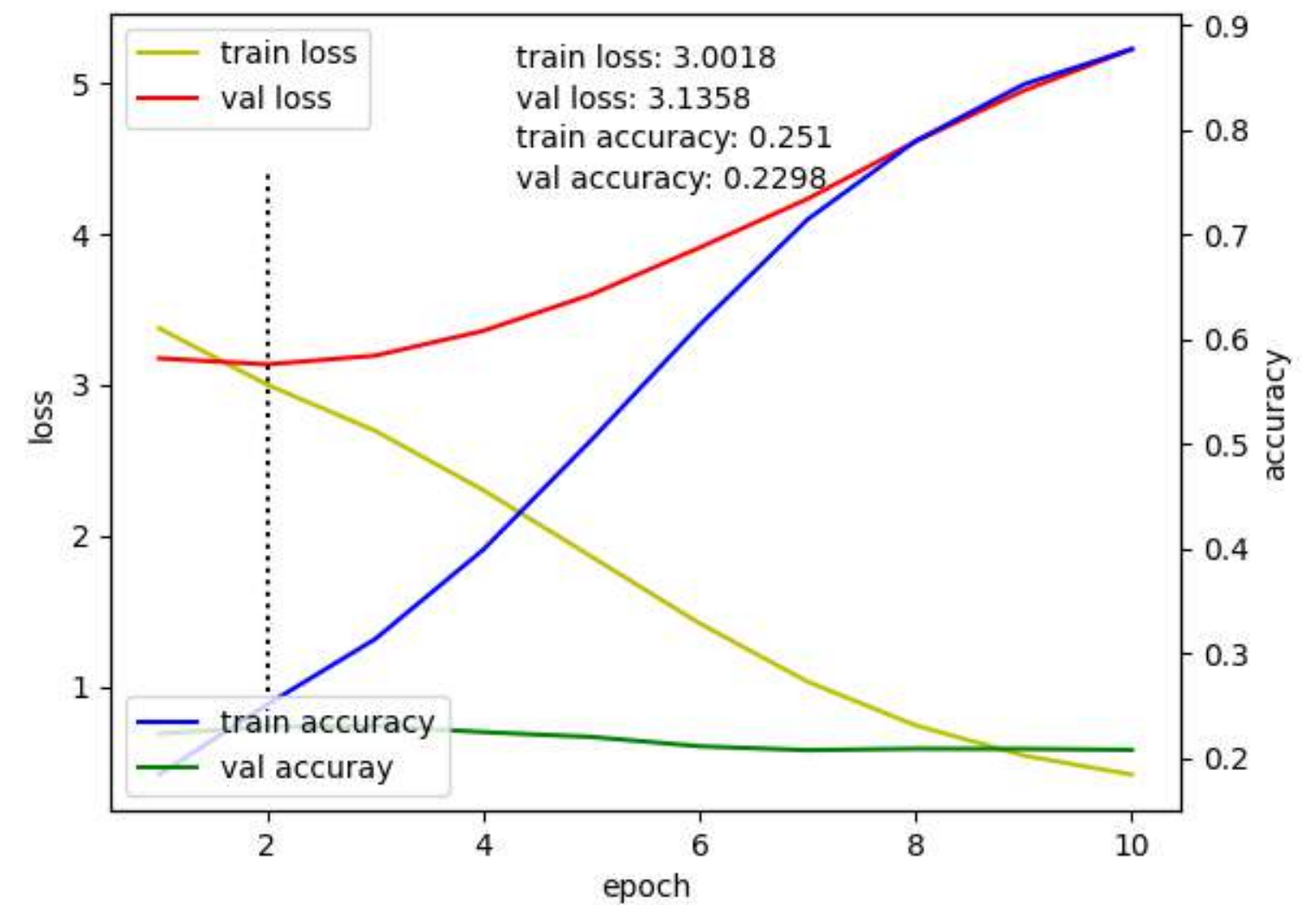


Set learning_rate

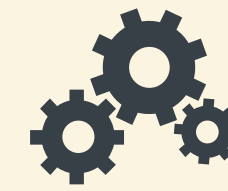
batch_size=64, learning_rate=1e-4



batch_size=64, learning_rate=5e-5

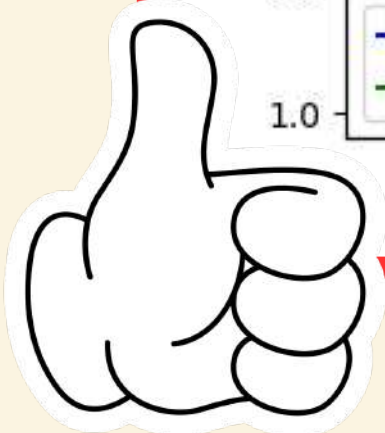
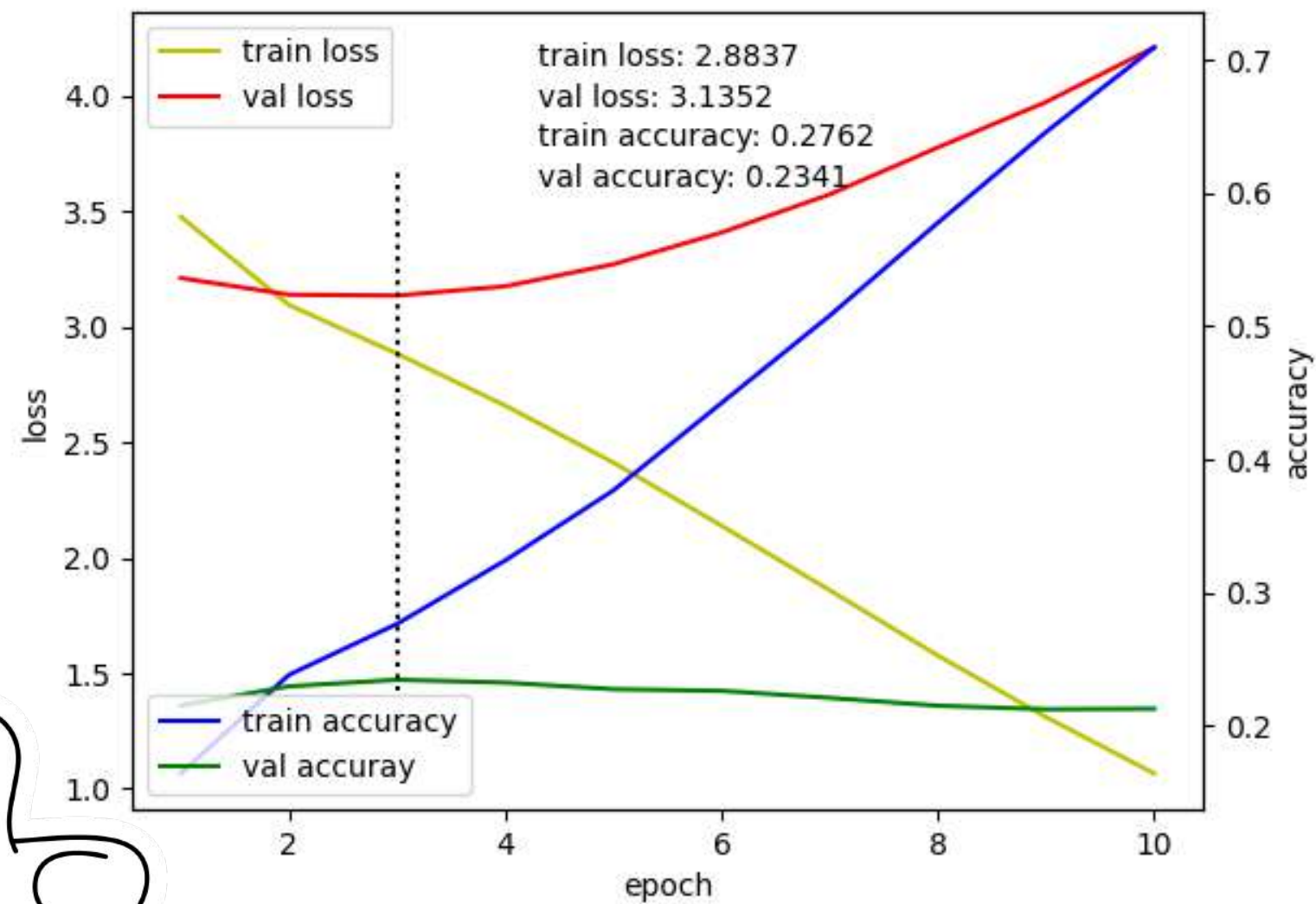


4-2. Model Fine-tuning

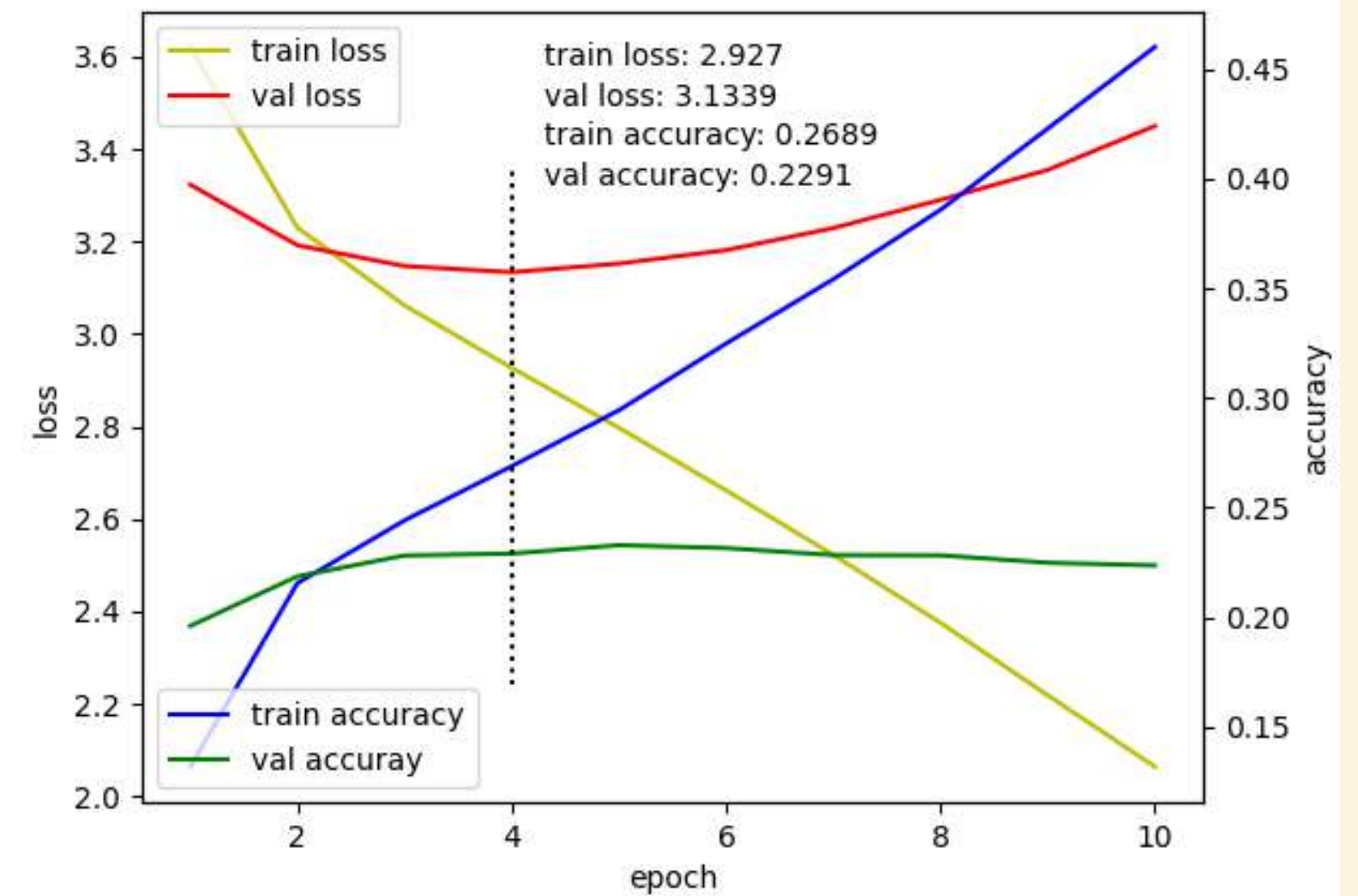


Set learning_rate

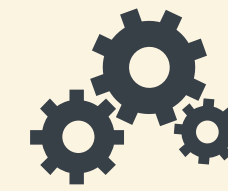
batch_size=64, learning_rate=2e-5



batch_size=64, learning_rate=1e-5

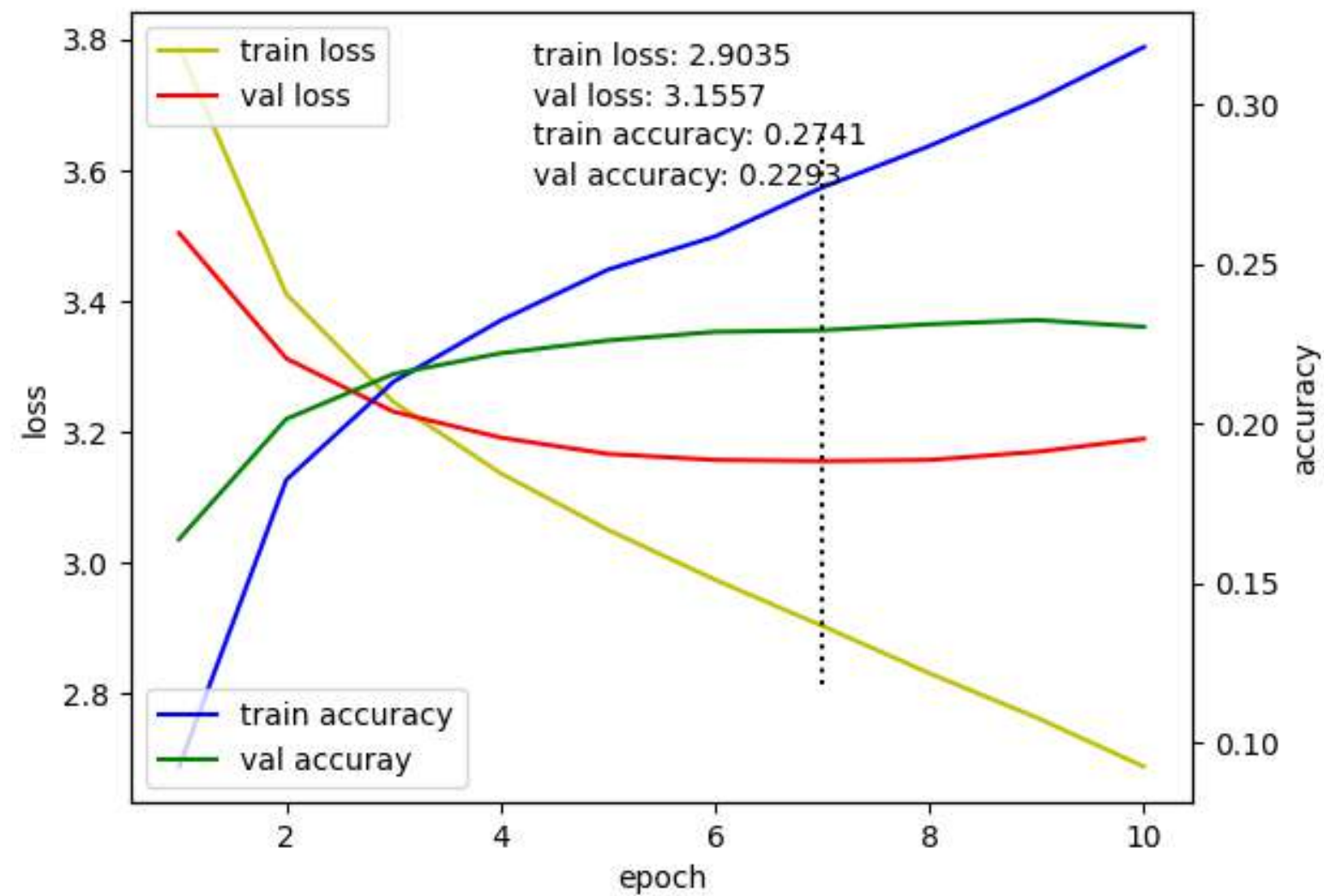


4-2. Model Fine-tuning

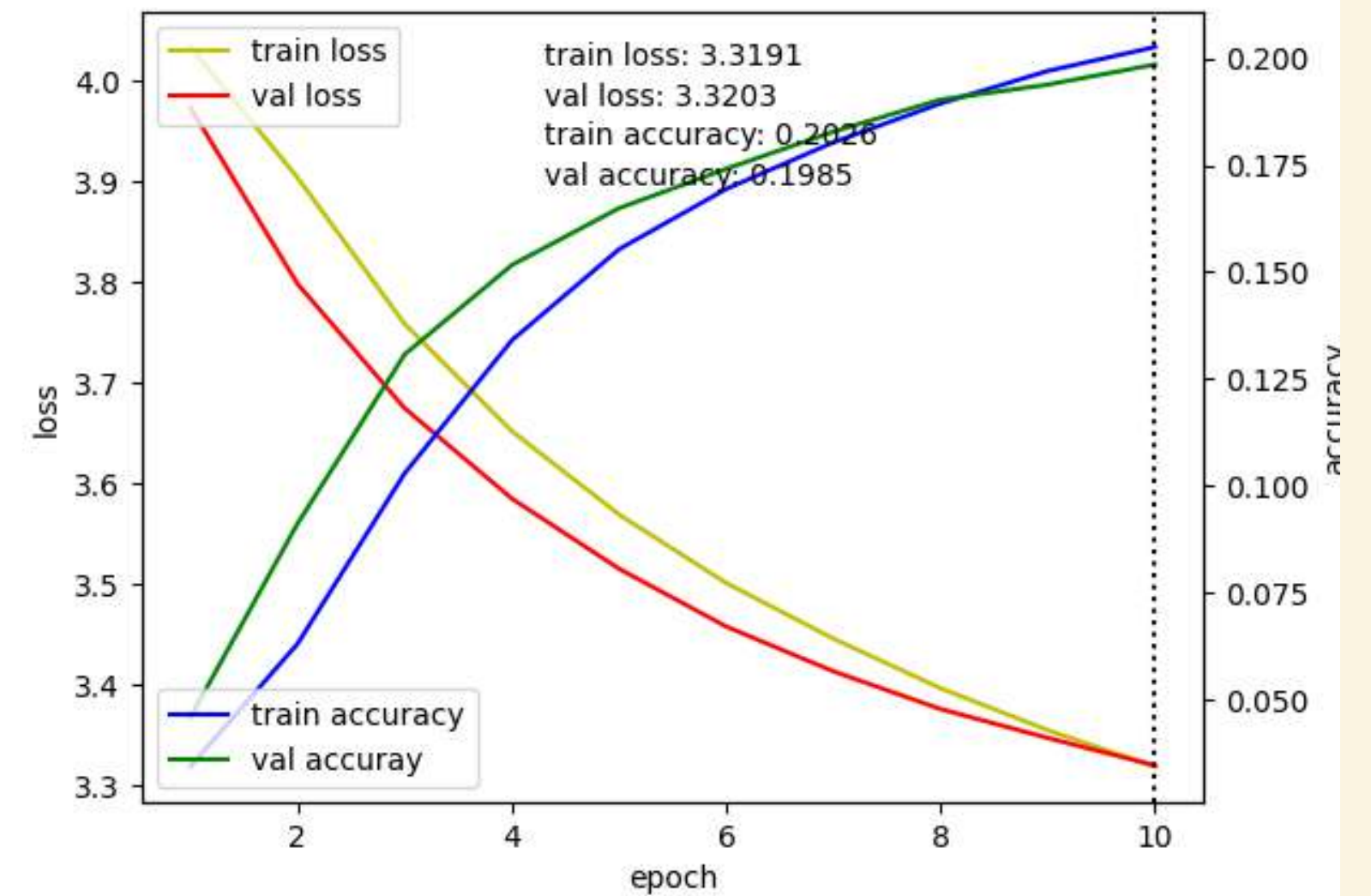


Set learning_rate

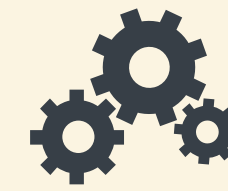
batch_size=64, learning_rate=5e-6



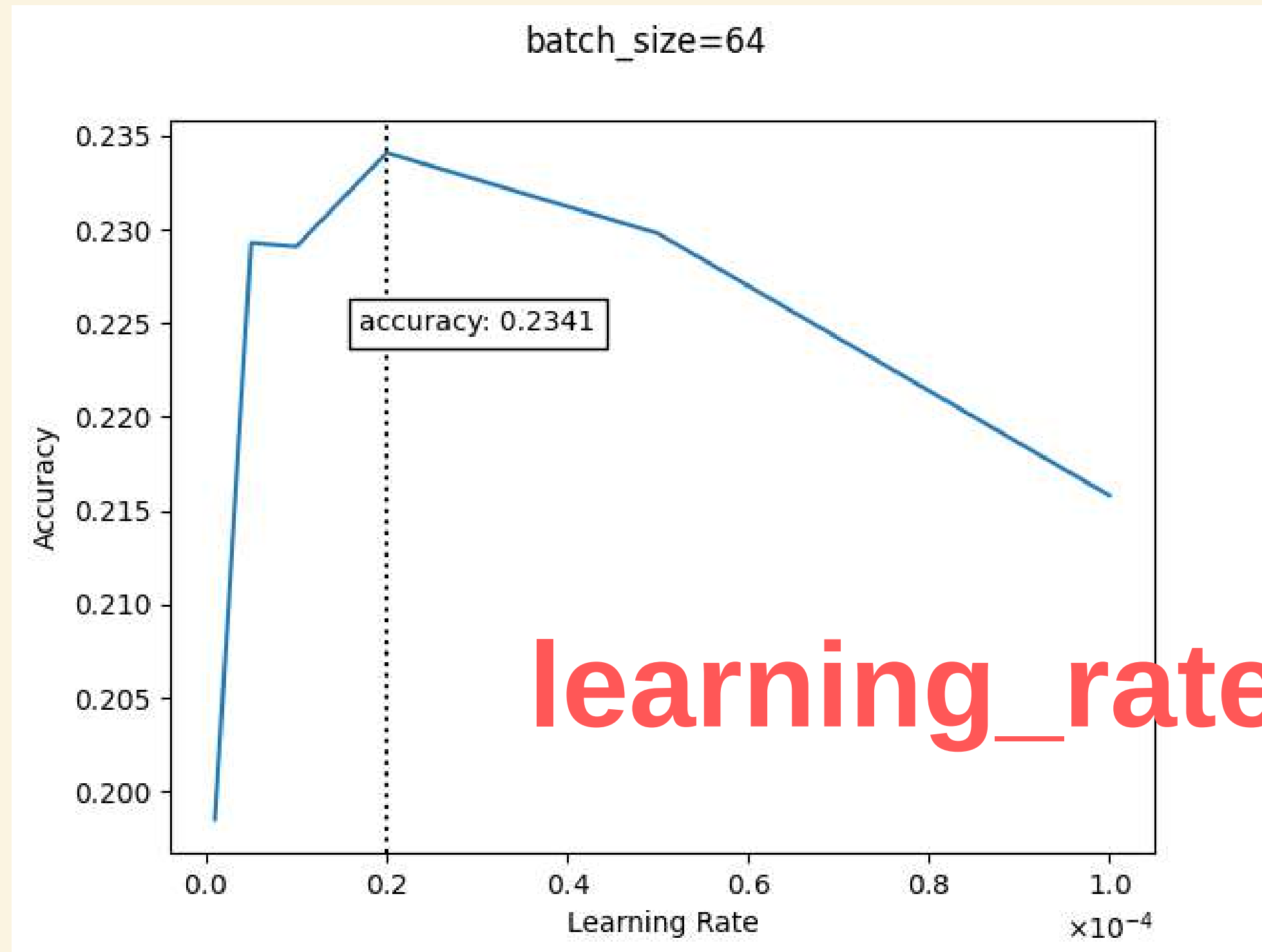
batch_size=64, learning_rate=1e-6



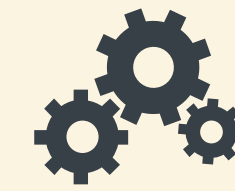
4-2. Model Fine-tuning



Set learning_rate

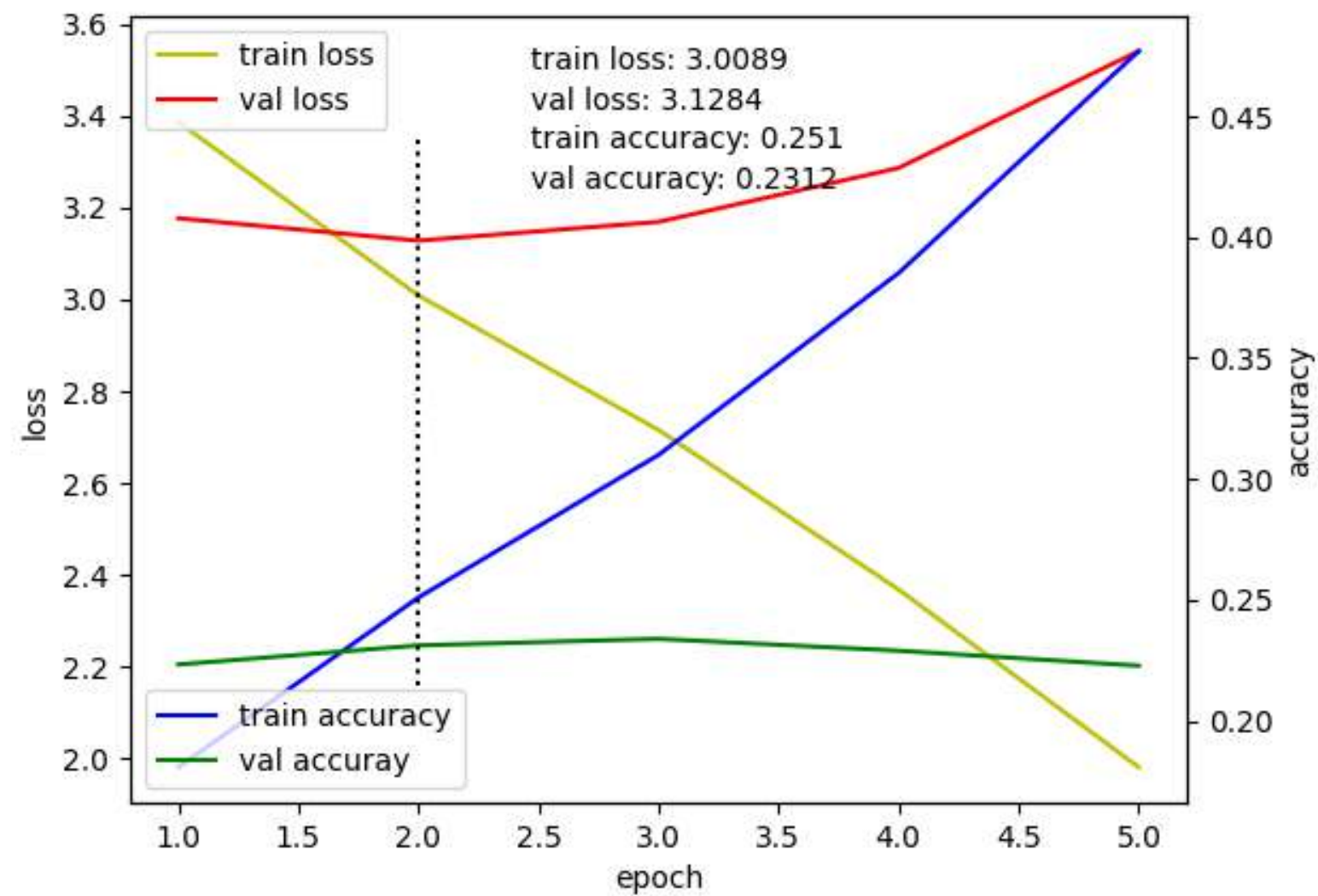


4-2. Model Fine-tuning

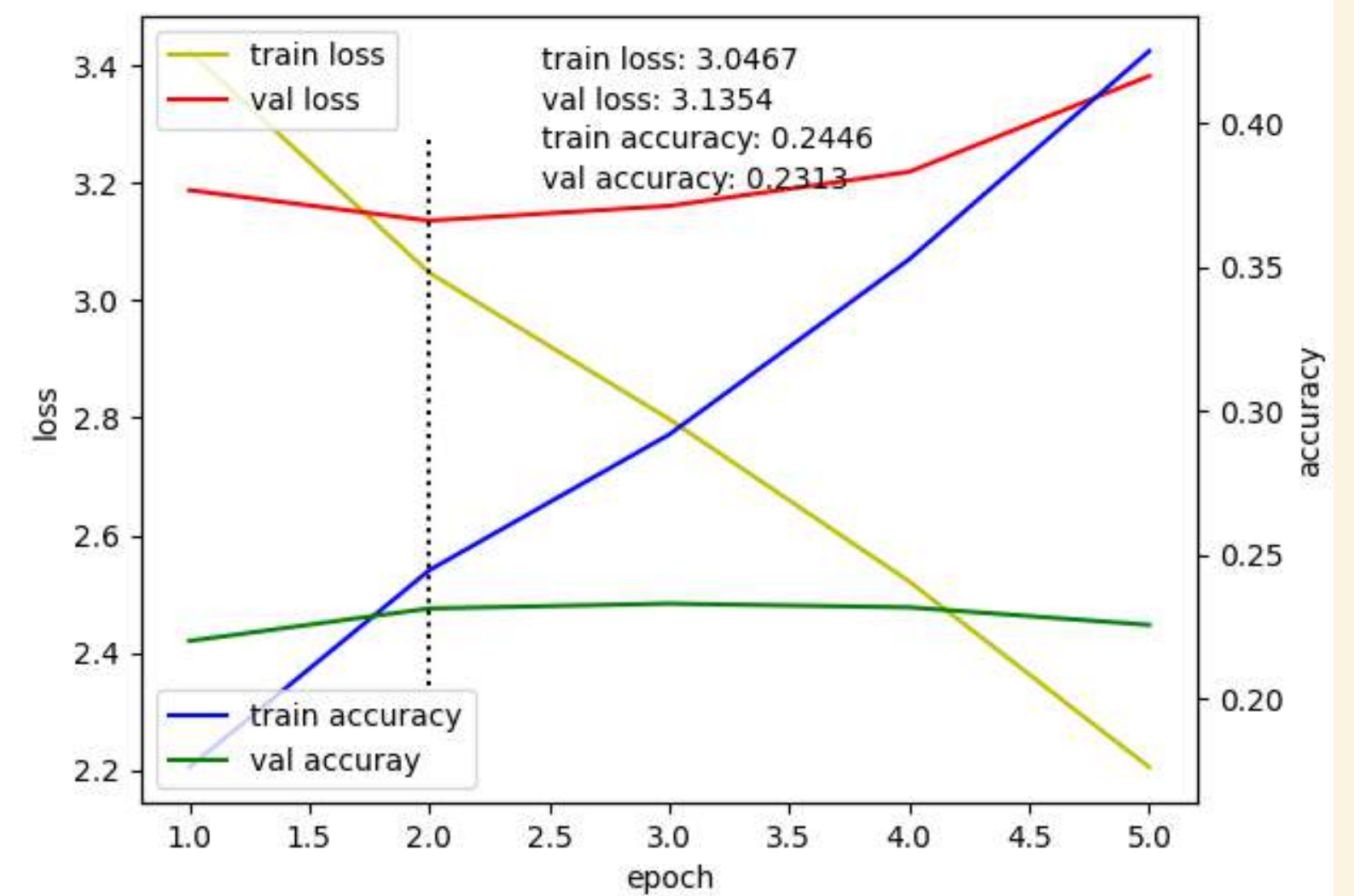


Set batch_size

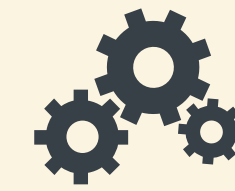
batch_size=16, learning_rate=2e-5



batch_size=32, learning_rate=2e-5

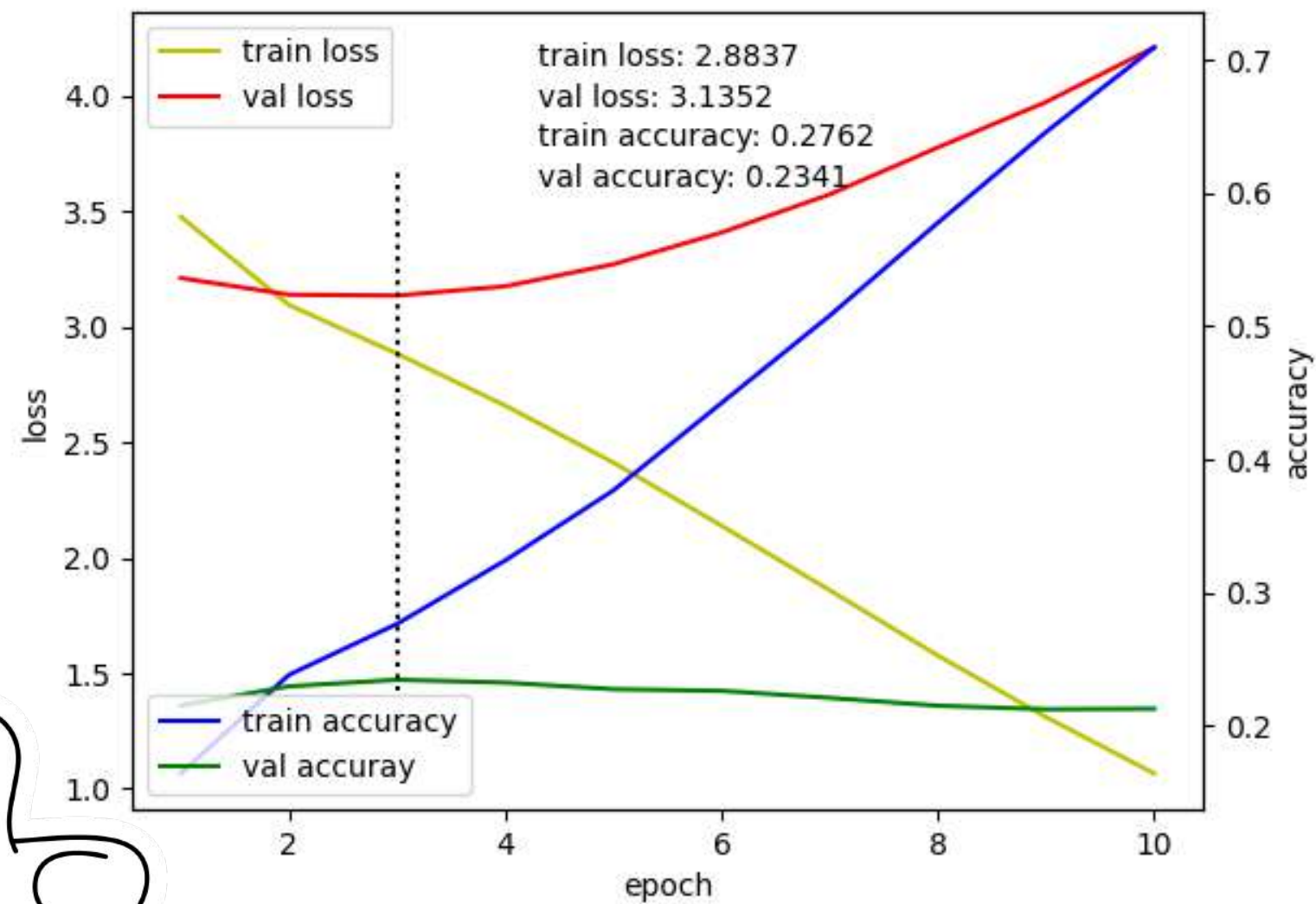


4-2. Model Fine-tuning

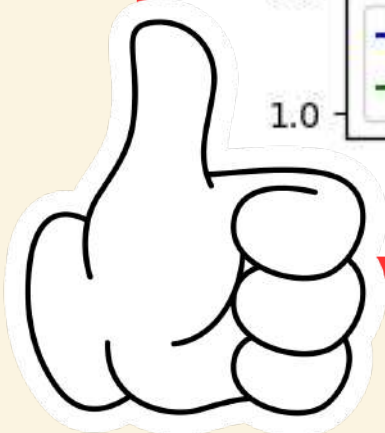
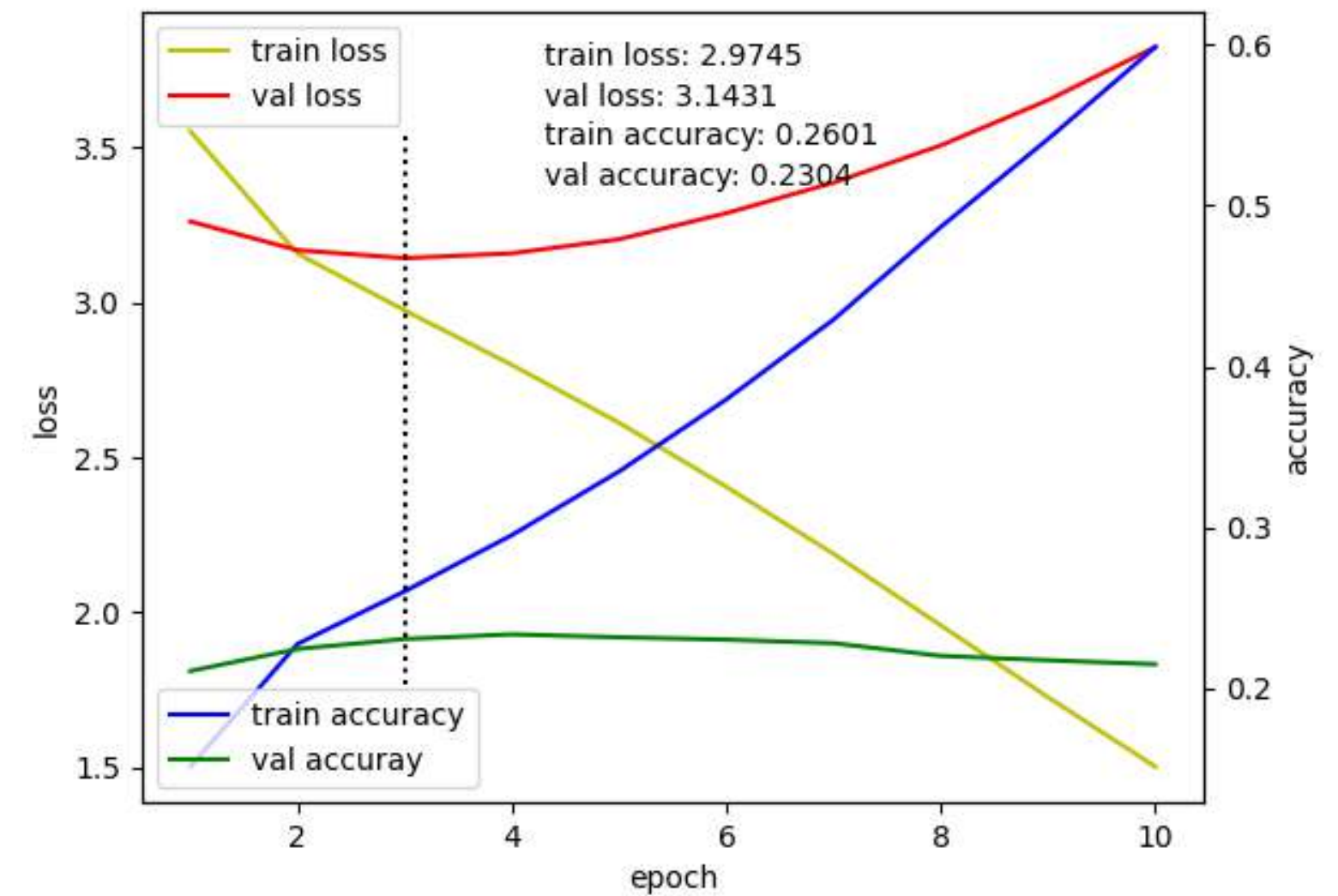


Set batch_size

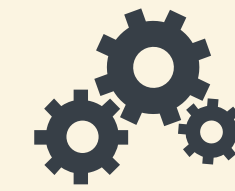
batch_size=64, learning_rate=2e-5



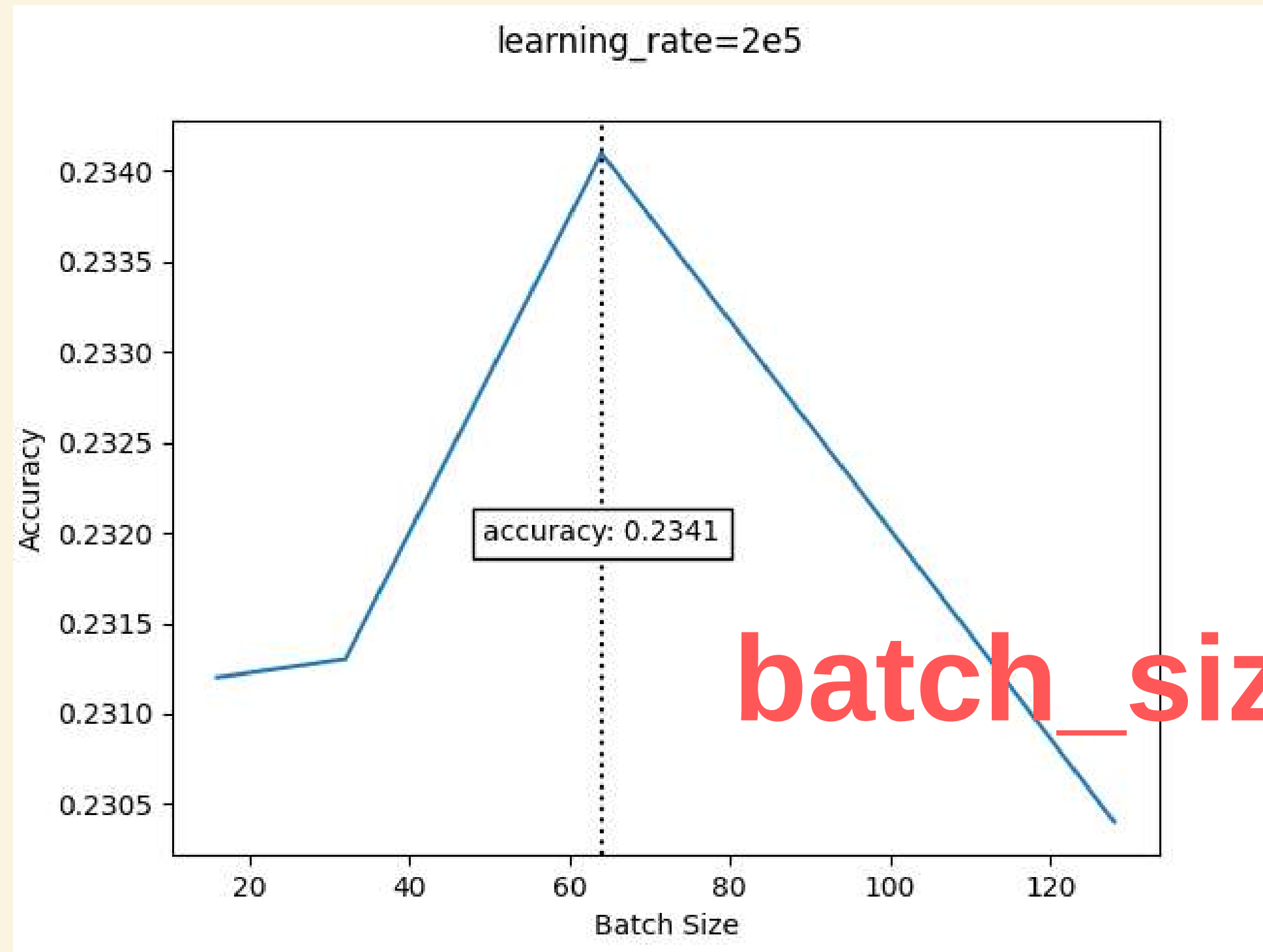
batch_size=128, learning_rate=2e-5



4-2. Model Fine-tuning



Set batch_size

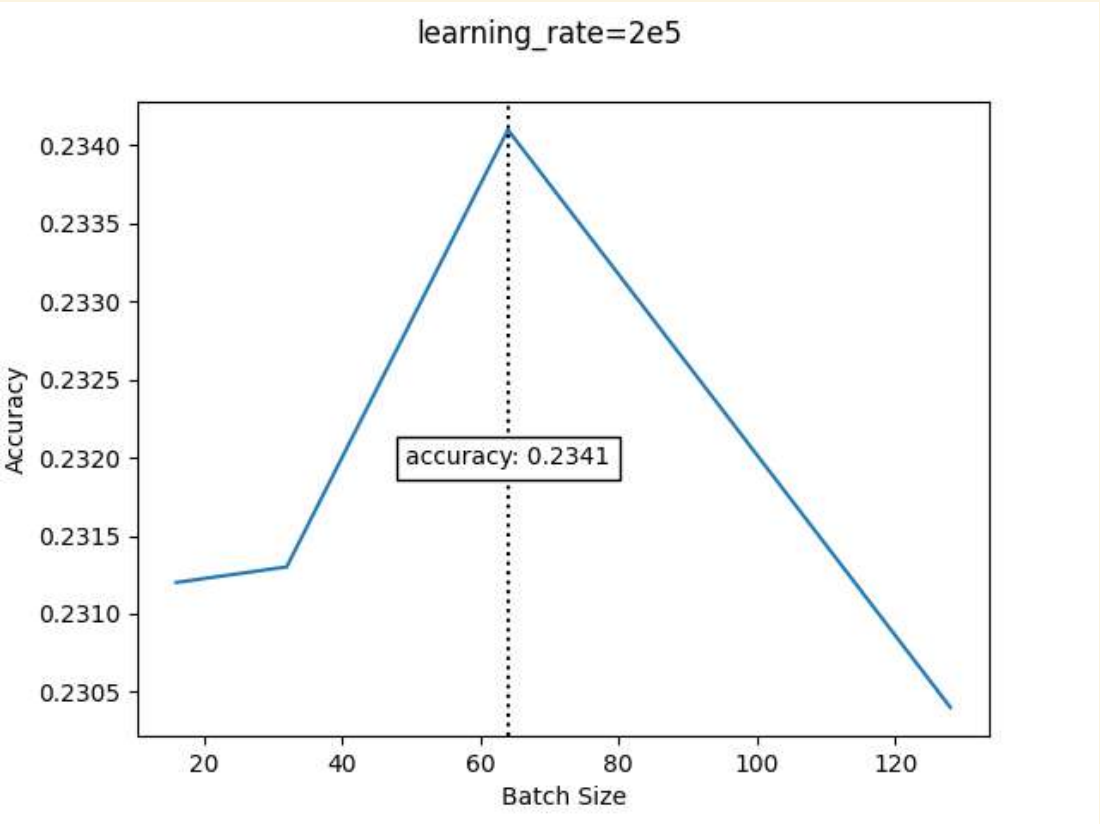
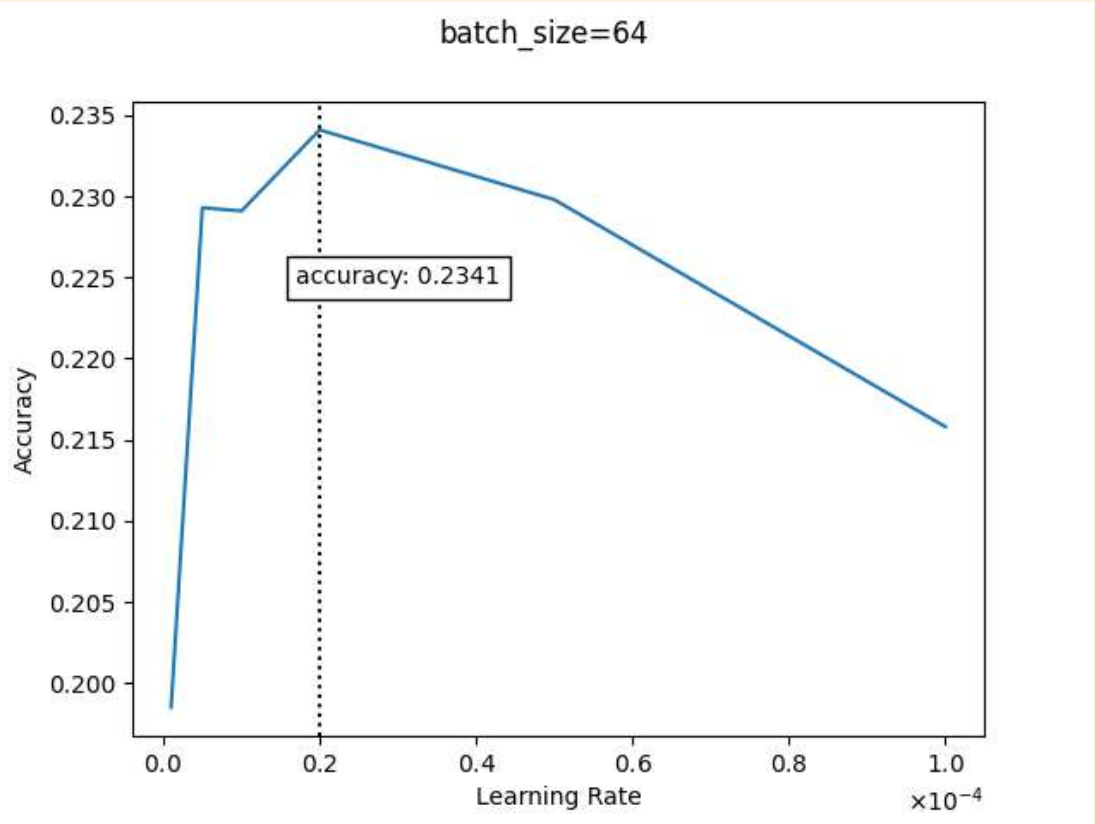


batch_size = 64

4-3. Model Evaluate



Test Performance



	precision	recall	f1-score	support		precision	recall	f1-score	support
0	0.22	0.27	0.24	528	30	0.23	0.26	0.25	478
1	0.37	0.52	0.43	352	31	0.25	0.25	0.25	496
2	0.16	0.26	0.20	646	32	0.19	0.13	0.15	505
3	0.19	0.30	0.24	979	33	0.33	0.43	0.37	366
4	0.25	0.18	0.21	534	34	0.35	0.27	0.30	574
5	0.26	0.20	0.23	500	35	0.21	0.15	0.18	483
6	0.21	0.23	0.22	383	36	0.18	0.11	0.13	480
7	0.21	0.12	0.15	536	37	0.31	0.28	0.29	539
8	0.25	0.26	0.26	459	38	0.26	0.26	0.26	577
9	0.12	0.09	0.11	548	39	0.27	0.39	0.32	305
10	0.28	0.25	0.26	552	40	0.23	0.26	0.24	438
11	0.24	0.31	0.27	298	41	0.15	0.09	0.11	508
12	0.43	0.18	0.25	491	42	0.21	0.40	0.27	492
13	0.28	0.18	0.22	461	43	0.26	0.34	0.30	504
14	0.23	0.24	0.24	599	44	0.15	0.30	0.21	555
15	0.14	0.13	0.14	490	45	0.24	0.17	0.20	485
16	0.29	0.23	0.26	350	46	0.18	0.24	0.21	503
17	0.16	0.10	0.12	427	47	0.12	0.14	0.12	457
18	0.27	0.26	0.26	562	48	0.19	0.11	0.14	512
19	0.13	0.17	0.15	466	49	0.34	0.33	0.33	315
20	0.36	0.28	0.31	485	50	0.32	0.22	0.26	481
21	0.19	0.20	0.19	502	51	0.28	0.16	0.20	458
22	0.22	0.16	0.19	477	52	0.19	0.26	0.22	1005
23	0.18	0.11	0.13	551	53	0.21	0.16	0.18	506
24	0.16	0.17	0.17	511	54	0.28	0.20	0.23	513
25	0.33	0.29	0.31	565	55	0.25	0.32	0.28	525
26	0.20	0.28	0.23	555	56	0.30	0.20	0.24	329
27	0.21	0.17	0.19	563	57	0.21	0.18	0.19	478
28	0.46	0.38	0.41	343					
29	0.33	0.31	0.32	365					
					accuracy			0.23	28945
					macro avg	0.24	0.23	0.23	28945
					weighted avg	0.24	0.23	0.23	28945

4-3. Model Evaluate



Test Performance

Model	labels	random accuracy	model accuracy
pre-trained model	2 (0, 1)	$1/2 = 50\%$	85.73%
fine-tuned model	58 (0~57)	$1/58 = 1.72\%$	23.41%

<

×1.7

<

×13.6

4-3. Model Evaluate



Test Performance

	sentence	label	pred	score
	어학 성적도 있어야 하고 관련 분야 자격증들도 있어야지. 그런데 자격증들이 너무 많...	25	25	0.174657
	솔직하게 나의 단점을 미리 말해주는 것도 하나의 방법이겠지.	14	47	0.167723
	며칠 전에 무릎이 아파서 정형외과에 갔더니 퇴행성 관절염이라네.	52	52	0.060358
	응. 줄곧 그러지 말라고 얘기했었는데 이제는 스트레스받을 지경이야.	26	26	0.418709
	부모님이 돌아가시고 고생하고 있을 형제들을 생각하니 슬퍼.	38	10	0.254380
	내 체력에서 가능한 운동을 할 거야. 조금씩 하다 보면 건강도 좋아질 거야.	15	35	0.046843
	평소에도 나를 본체만체하는데 앞으로는 더 무시하겠지.	36	17	0.190723
	응. 이번 결혼기념일에 남편이랑 해외여행 가기로 했거든. 이십 주년 기념으로 가는데...	29	29	0.599084
	맞아 부모님께서 지금까지 나를 도와주시지 않았다면 난 취업에 성공하지 못 했을 거야.	1	1	0.535330

성가신

두려운 / 취약한

혼란스러운

스트레스 받는

우울한 / 눈물이 나는

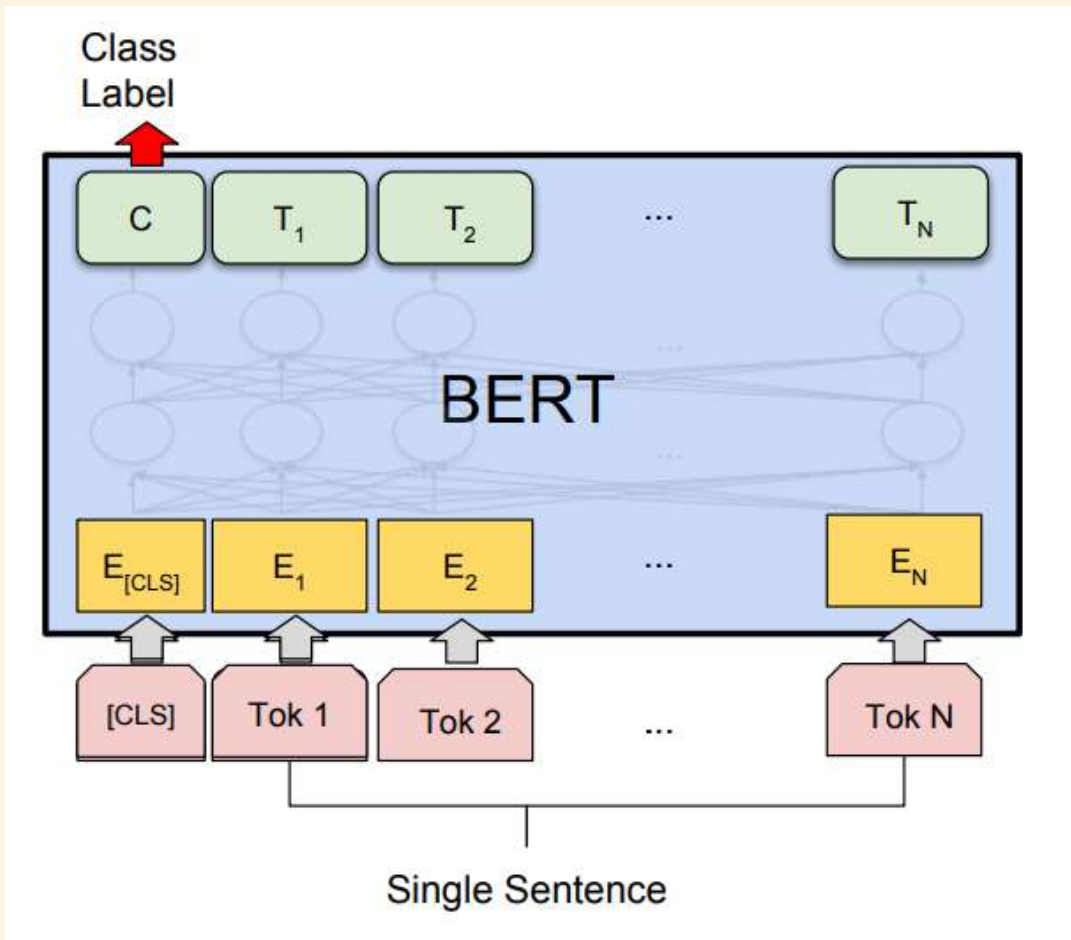
마비된 / 열등감

염세적인 / 방어적인

신이 난

감사하는

4-3. Model Evaluate






조용히 해주세요 => ['짜증내는']
일 더하기 일은 귀요미 => ['신이 난']
아 수업 가기 싫다 => ['툭툭대는']
그래서 님 티어가? => ['열등감']
내 어린 시절 우연히 들었던 믿지 못할 한 마디 => ['배신당한']
늦었다고 생각할 때가 진짜 너무 늦었다 => ['후회되는']
면접에서 떨어졌어 => ['좌절한']
중요한건 꺾이지 않는 마음 => ['자신하는']
자라 보고 놀란 가슴 솥뚜껑 보고 놀란다 => ['충격 받은']
과제가 너무 많아 => ['스트레스 받는']
끝렸죠? => ['신이 난']
아버지 이제야 깨달아요 어찌 그렇게 사셨나요 => ['비통한']
난 그렇게 생각하지 않아 => ['회의적인']








4-4. Deploy Model





Deploy Model





 **Hugging Face**


 **burningfalls/my-fine-tuned-bert**  like 1


 Text Classification  TensorFlow  Transformers  AI-Hub  English  Korean  bert


 License: apache-2.0


















 Train Deploy Use in Transformers

 Model card  **Files**  Community  Settings

 main my-fine-tuned-bert

 1 contributor

 **burningfalls** Update README.md c2ba529

 .gitattributes	1.48 kB		initial commit	12 days ago
 README.md	3.91 kB		Update README.md	6 minutes ago
 config.json	3.05 kB		[UPLOAD] my fine-tuned bert	12 days ago
 special_tokens_map.json	125 Bytes		[UPLOAD] my fine-tuned bert	12 days ago
 tf_model.h5	443 MB 		[UPLOAD] my fine-tuned bert	12 days ago
 tokenizer.json	752 kB		[UPLOAD] my fine-tuned bert	12 days ago
 tokenizer_config.json	426 Bytes		[UPLOAD] my fine-tuned bert	12 days ago
 vocab.txt	248 kB		[UPLOAD] my fine-tuned bert	12 days ago

`</>` How to use from the /transformers library

```
from transformers import AutoTokenizer, AutoModelForSequenceClassification

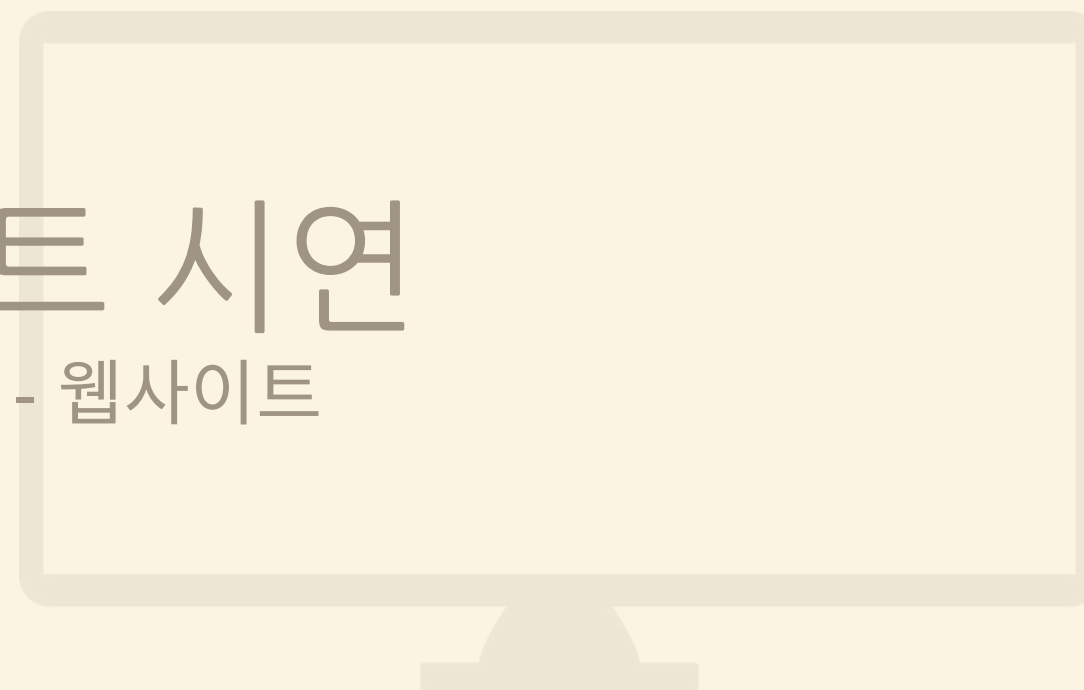
tokenizer = AutoTokenizer.from_pretrained("burningfalls/my-fine-tuned-bert")

model = AutoModelForSequenceClassification.from_pretrained("burningfalls/my-fine-tuned-bert")
```

05

프로젝트 시연

Sweet Chat - 웹사이트



프로젝트 시연 시나리오



06 결론 및 Q & A

Thank you!

