HyperLearning_EssayEvaluation

결과 보고서

하이퍼러닝 과제전형

지원자 인재현

제출 기한

2024.12.23

데이터 분석 결과

데이터 특성

데이터 Info

```
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                                        Non-Null Count  Dtype
---  ------                                        --------------  -----
 0   paragraph                                     3085 non-null   object
 1   correction                                    3085 non-null   object
 2   score.paragraph_score                         3085 non-null   object
 3   score.essay_scoreT                            3085 non-null   object
 4   score.essay_scoreT_avg                        3085 non-null   float64
 5   score.essay_scoreT_detail.essay_scoreT_org    3085 non-null   object
 6   score.essay_scoreT_detail.essay_scoreT_cont   3085 non-null   object
 7   score.essay_scoreT_detail.essay_scoreT_exp    3085 non-null   object
 8   student.date                                  3085 non-null   object
 9   student.student_educated                      3085 non-null   bool
 10  student.student_grade                         3085 non-null   object
 11  student.location                              3085 non-null   object
 12  student.student_grade_group                   3085 non-null   object
 13  student.student_reading                       3085 non-null   int64
 14  rubric.essay_grade                            3085 non-null   object
 15  rubric.organization_weight.org_paragraph      3085 non-null   int64
 16  rubric.organization_weight.org                3085 non-null   int64
 17  rubric.organization_weight.org_essay          3085 non-null   int64
 18  rubric.organization_weight.org_coherence      3085 non-null   int64
 19  rubric.organization_weight.org_quantity       3085 non-null   int64
...
 35  info.essay_len                                3085 non-null   int64
 36  info.essay_main_subject                       3085 non-null   object
dtypes: bool(1), float64(1), int64(16), object(19)
```

데이터 Features

```
['paragraph', 'correction', 'score.paragraph_score',
 'score.essay_scoreT', 'score.essay_scoreT_avg',
 'score.essay_scoreT_detail.essay_scoreT_org',
 'score.essay_scoreT_detail.essay_scoreT_cont',
 'score.essay_scoreT_detail.essay_scoreT_exp', 'student.date',
 'student.student_educated', 'student.student_grade', 'student.location',
 'student.student_grade_group', 'student.student_reading',
 'rubric.essay_grade', 'rubric.organization_weight.org_paragraph',
 'rubric.organization_weight.org',
 'rubric.organization_weight.org_essay',
 'rubric.organization_weight.org_coherence',
 'rubric.organization_weight.org_quantity', 'rubric.essay_type',
 'rubric.content_weight.con_clearance',
 'rubric.content_weight.con_novelty', 'rubric.content_weight.con',
 'rubric.content_weight.con_prompt',
 'rubric.content_weight.con_description', 'rubric.essay_main_subject',
 'rubric.expression_weight.exp_style',
 'rubric.expression_weight.exp_grammar',
 'rubric.expression_weight.exp_vocab', 'rubric.expression_weight.exp',
 'info.essay_id', 'info.essay_prompt', 'info.essay_type',
 'info.essay_level', 'info.essay_len', 'info.essay_main_subject'],
```

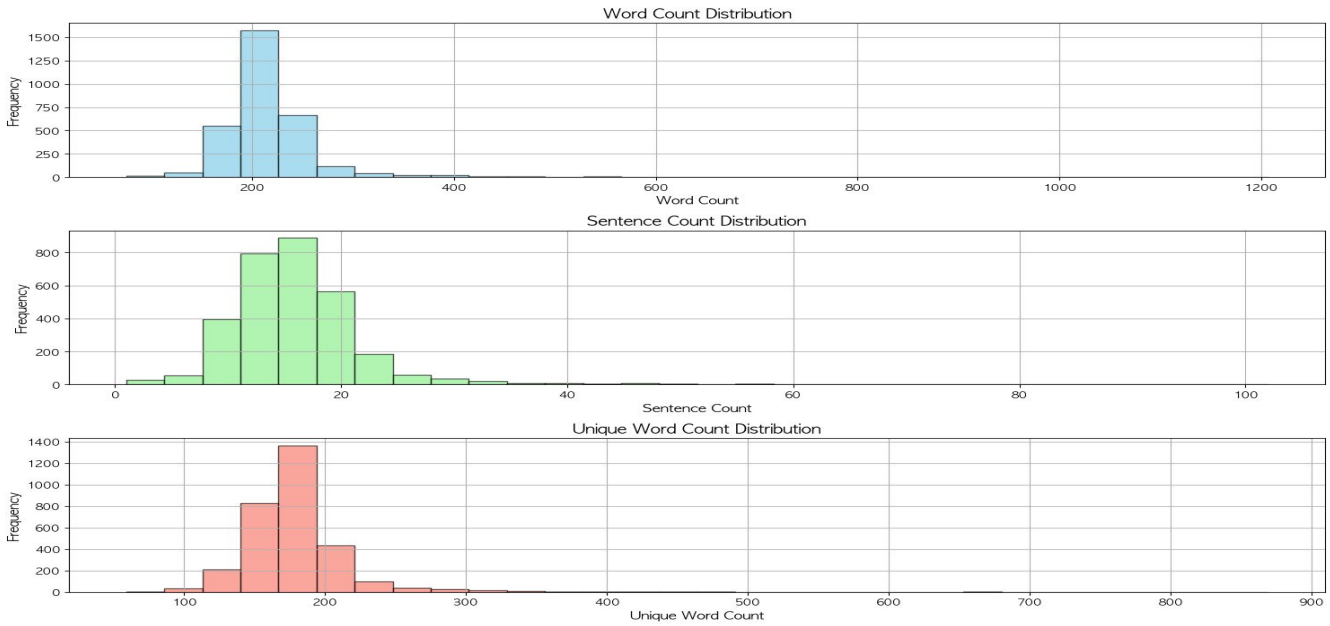
- 고등학교 2학년 essays 데이터 추출
- NaN 값 없고 우리가 필요한 Feature는 **paragraph, {org, cont, exp} score** 입니다.

Raw Data

	paragraph	score.essay_scoreT_detail.essay_scoreT_org	score.essay_scoreT_detail.essay_scoreT_cont	score.essay_scoreT_detail.essay_scoreT_exp
0	[{'paragraph_txt': '지금까지 우주에 대해서 배운다는건 너무 어렵고 ...	[[3, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3], [2, 2, 2, 3]]	[[3, 3, 0, 3], [3, 3, 0, 3], [3, 2, 0, 2]]	[[2, 3, 3], [3, 3, 3], [3, 3, 3]]
1	[{'paragraph_txt': '저는 우주에는 외계인이 있다고 생각합니다. #@...	[[3, 3, 3, 3], [3, 2, 3, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 3, 0, 3], [2, 3, 0, 3], [2, 3, 0, 3]]	[[3, 3, 3], [2, 2, 3], [2, 2, 3]]
2	[{'paragraph_txt': '인터넷에 돌아다니다가 '우주의 소리'라는 제목의...	[[2, 3, 3, 3], [2, 2, 3, 3], [2, 2, 3, 3]]	[[3, 3, 0, 3], [3, 3, 0, 2], [2, 3, 0, 3]]	[[3, 3, 3], [3, 3, 3], [2, 2, 3]]
3	[{'paragraph_txt': '우리가 살고있는 지구, 지구를 포함하고 있는 우...	[[2, 2, 2, 3], [3, 2, 2, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[2, 2, 0, 2], [3, 2, 0, 3], [3, 2, 0, 2]]	[[2, 2, 2], [2, 3, 2], [1, 3, 3]]
4	[{'paragraph_txt': '화성은 오래전부터 인류가 관심을 가져온 행성이었...	[[3, 3, 3, 3], [3, 3, 2, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 3, 0, 3], [3, 3, 0, 2], [3, 3, 0, 3]]	[[3, 3, 3], [2, 3, 3], [3, 3, 3]]
...	...	...	...	...
3080	[{'paragraph_txt': '컴퓨터와 정보 통신 기술이 발달이 되어 편리한 ...	[[3, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 3, 3], [3, 3, 3], [3, 3, 3]]
3081	[{'paragraph_txt': '제한적 인터넷 실명제 필요성에 대하여 반대하는 ...	[[3, 3, 3, 3], [3, 2, 3, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 2, 3, 3], [3, 3, 3, 2], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 3, 3], [3, 3, 3], [3, 3, 3]]
3082	[{'paragraph_txt': '인터넷 실명제는 실행되지 않아야 한다. #@문장...	[[3, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 3, 3, 3], [2, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 3, 3], [3, 3, 3], [3, 3, 3]]
3083	[{'paragraph_txt': '인터넷 실명제에 반대하는 입장이다.#@문장구분#...	[[3, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 2, 3, 3], [3, 2, 3, 3], [3, 3, 3, 3]]	[[3, 3, 3], [3, 3, 3], [3, 3, 3]]
3084	[{'paragraph_txt': '익명성에 숨어 악성댓글 등으로 특정 대상을 집단...	[[3, 3, 3, 3], [2, 2, 2, 3], [1, 1, 1, 1]]	[[2, 2, 2, 3], [2, 2, 3, 2], [1, 1, 1, 1]]	[[2, 3, 3], [2, 2, 2], [1, 1, 1]]

3085 rows × 4 columns

텍스트 데이터 길이 분포 (단어 수, 문장 수, 고유 단어 수)



→ 고등학교 2학년 에세이는 단어 수가 200단어 전후로 분포가 높음을 관찰할 수 있습니다.

데이터 전처리 결과(불용어 제거)

Paragraph

```
0       지금까지 우주에 대해서 배운다는건 너무 어렵고 이해하기 쉽지 않아서 힘들었는데 해성...
1       저는 우주에는 외계인이 있다고 생각합니다.  그 이유는 우주는 우리 생각보다 더 크...
2       인터넷에 돌아다니다가 '우주의 소리'라는 제목의 영상을 접하게 된 적이 있는데 목성...
3       우리가 살고있는 지구, 지구를 포함하고 있는 우주, 이런것들이 생겼기에 인체의신비,...
4       화성은 오래전부터 인류가 관심을 가져온 행성이었습니다.  인류가 달에 착륙한 지 오...
                                ...
3080    컴퓨터와 정보 통신 기술이 발달이 되어 편리한 의사 소통과 다양한 자료의 확보, 물...
3081    제한적 인터넷 실명제 필요성에 대하여 반대하는 입장입니다.  인터넷 실명제라는 것은...
3082    인터넷 실명제는 실행되지 않아야 한다.  인터넷 실명제의 문제점은 자유가 침해된다....
3083    인터넷 실명제에 반대하는 입장이다.  첫째 인터넷 실명제가 표현의 자유를 억압할 수...
3084    익명성에 숨어 악성댓글 등으로 특정 대상을 집단적으로 따돌리거나 집요하게 괴롭히는'...
Name: cleaned_paragraph, Length: 3085, dtype: object
```

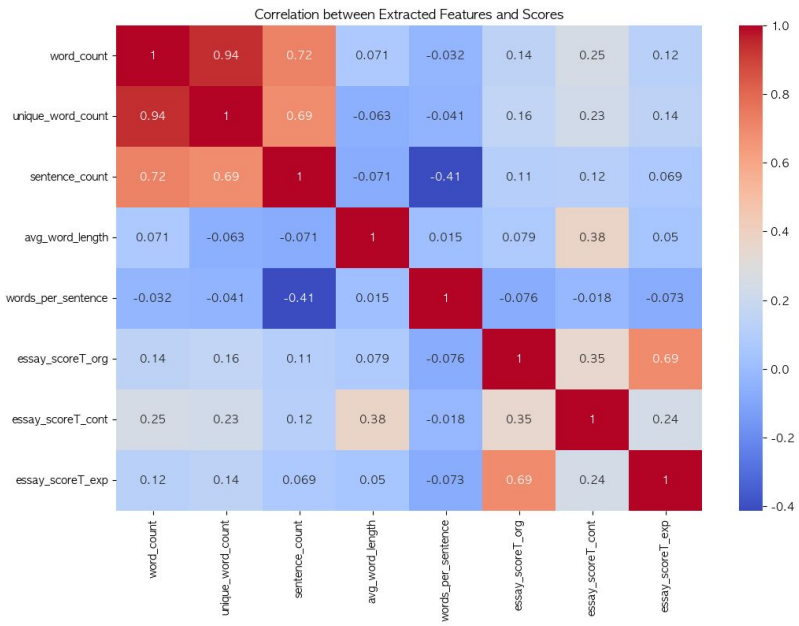
구성 점수	내용 점수	표현 점수
essay_scoreT_org	essay_scoreT_cont	essay_scoreT_exp
2.750000	2.083333	2.888889
2.916667	2.083333	2.555556
2.583333	2.083333	2.777778
2.583333	1.750000	2.222222
2.916667	2.166667	2.888889

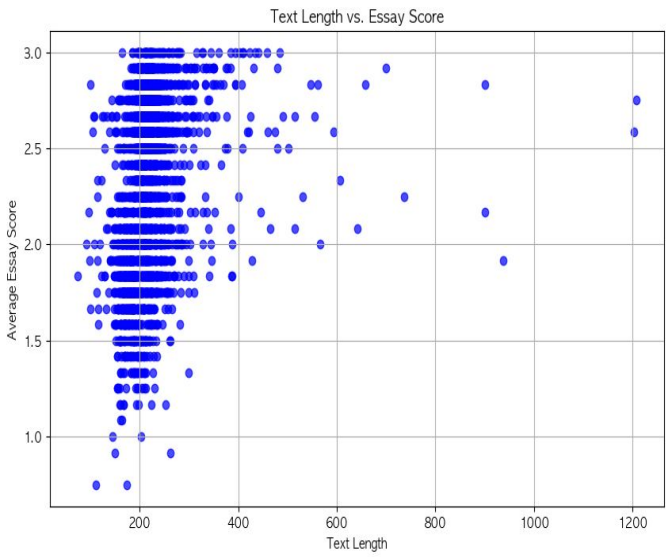
→ 리스트 형태의 데이터는 분석 및 모델링에 직접적으로 사용이 어려워 **단일 스칼라 형태로 변환** 해야합니다.
각 리스트의 **평균 값**을 대표적인 값으로 나타냈습니다.

정규화 및 토큰화

cleaned_paragraph	normalized_paragraph	tokenized_paragraph
지금까지 우주에 대해서 배운다는건 너무 어렵고 이해하기 쉽지 않아서 힘들었는데 해성...	지금까지 우주에 대해서 배운다는건 너무 어렵고 이해하기 쉽지 않아서 힘들었는데 해성...	[_지금까지, _우주, 에, _대해서, _배, 운, 다, 는, 건, _너무, _어렵...
저는 우주에는 외계인이 있다고 생각합니다. 그 이유는 우주는 우리 생각보다 더 크...	저는 우주에는 외계인이 있다고 생각합니다 그 이유는 우주는 우리 생각보다 더 크고 ...	[_저, 는, _우주, 에는, _외, 계, 인, 이, _있다고, _생각, 합니다, ...
인터넷에 돌아다니다가 '우주의 소리'라는 제목의 영상을 접하게 된 적이 있는데 목성...	인터넷에 돌아다니다가 우주의 소리라는 제목의 영상을 접하게 된 적이 있는데 목성이나...	[_인터넷, 에, _돌아, 다, 니다, 가, _우주, 의, _소리, 라는, _제, ...
우리가 살고있는 지구, 지구를 포함하고 있는 우주, 이런것들이 생겼기에 인체의신비,...	우리가 살고있는 지구 지구를 포함하고 있는 우주 이런것들이 생겼기에 인체의신비 생명...	[_우리가, _살, 고, 있는, _지구, _지구, 를, _포함, 하고, _있는, _...
화성은 오래전부터 인류가 관심을 가져온 행성이었습니다. 인류가 달에 착륙한 지 오...	화성은 오래전부터 인류가 관심을 가져온 행성이었습니다 인류가 달에 착륙한 지 오랜 ...	[_화성, 은, _오래, 전, 부터, _인, 류, 가, _관심을, _가져, 온, _...

Feature Engineering 및 상관관계





→ 특성이 너무 적어 새로운 특성을 만들고 상관관계를 구했습니다.
"평균 단어 길이" 와 "문장당 평균 단어 수"를 특성으로 만들었습니다.
"평균 단어 길이" 특성은 글의 어휘적 수준을 나타낼 수 있다 생각하였고,
"문장당 단어 수"는 글의 논리적 구성이나 가독성을 반열할 수 있다 생각하여 생성하였습니다.

→ 데이터가 **비선형적** 으로 보입니다.

모델 학습

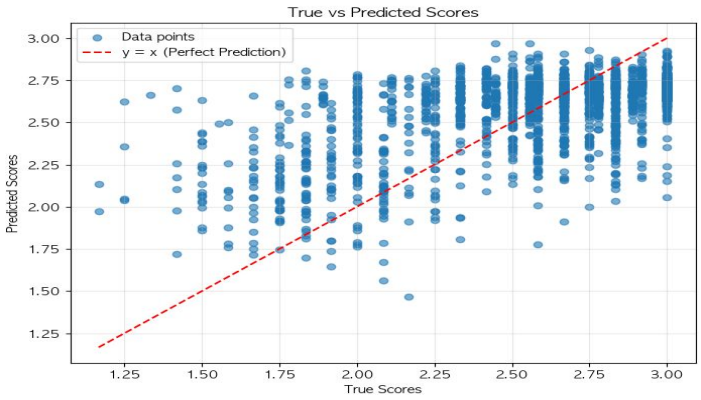
- 목표 : '내용', '구성', '표현' 점수 예측 모델 개발

첫번째 모델 : 딥러닝 모델 - Dense Neural Network(DNN) 조정

```
Mean Absolute Error (MAE): 0.1268    Cross-validation MAE: 0.1283 ± 0.0013
```

구성 점수 내용 점수 표현 점수

```
Sample Predictions:
[[2.6294913 2.2607312 2.5900745]
 [2.60671   2.294247  2.5630584]
 [2.5748887 2.2371197 2.518658 ]
 [2.7108395 2.3861978 2.6591735]
 [2.694746  2.3745656 2.657702 ]]
```



- **모델을 선택한 이유**

- 데이터가 정량적 특성(word_count, sentence_count 등)과 정규화된 수치 값을 포함하고 있어, 연속적인 출력값을 예측 할 수 있는 회귀 모델로 딥러닝이 적합하다 생각했습니다.
  그래서 딥러닝의 다층 퍼셉트론(MLP) 구조를 활용했습니다.

→ 출력값의 정규화 - 0~1 범위로 정규화하고, 학습 이후 다시 원래 점수 범위로 변환하였습니다.

→ 활성화 함수 변경 - sigmoid 활성화 함수를 사용하여 출력값을 0~1 범위로 제한하였습니다.

- **성능 평가 결과**

1) 출력값이 실제 점수 범위와 가까워졌으며, MAE 값이 안정적으로 낮아졌습니다.
   → Sigmoid 활성화 함수가 출력값을 0~1로 제한하여 모델 학습이 안정적으로 이루어졌으며,
   EarlyStopping을 통해 과적합을 방지할 수 있었습니다.
2) 예측값의 분포가 타겟 점수와 유사한 패턴을 보였으며, 학습 및 평가 시 과적합 방지가 확인되었습니다.

- **한계점**

1) **데이터 부족**
   → 현재 데이터는 고등학교 2학년 에세이에 국한되어 있어 일반화 성능이 부족할 수 있습니다.
2) **특성의 단순성**
   → 현재 사용된 특성 (단어 수, 문장 수 등)은 점수 예측에 영향을 미칠 수 있으나, 추가적인 문법적, 의미적 특성 분석이 부족합니다.

- **결과 개선 방안**

1) **데이터 확대**
   a) 다른 학년의 데이터를 추가하여 모델의 일반화 성능을 높일 수 있습니다.
2) **다른 딥러닝 모델로 변경**
   a) 예를 들어 Transformer 기반 모델로 변경하거나, 하이퍼파라미터 튜닝을 통해 성능을 더욱 개선할 수 있습니다.

두번째 시도 - 텍스트 벡터 기반 딥러닝 모델 - Dense Neural Network(DNN)

```
Mean Absolute Error (MAE): 0.2807   Cross-validation MAE: 0.2950 ± 0.0075
```

```
   구성 점수      내용 점수      표현 점수
[[2.6746528 1.8287529 3.1020849]
 [2.8234603 2.579351  2.7421696]
 [2.4632611 2.739335  2.2634838]
 [2.222847  1.4574413 2.5856326]
 [2.065473  2.1797307 2.0605333]]
```

- **모델을 선택한 이유**

- 텍스트 데이터를 직접 활용하여 점수를 예측하기 위해 **TF-IDF 기반 벡터화**를 사용하였습니다.
  - TF-IDF는 각 단어의 빈도와 문서 내 중요도를 반영하여 텍스트를 수치화할 수 있는 방법입니다.
  - Word Count와 같은 통계 기반 특성 모델링과 비교하여 텍스트의 의미를 좀 더 풍부하게 반영할 수 있는 장점이 있습니다.

- **성능 평가 결과**

- Word Count 기반 모델이 텍스트 벡터화 기반 모델보다 낮은 MAE를 보여 더 나은 성능을 기록했습니다. 그러나 텍스트 벡터화 기반 모델은 텍스트의 풍부한 정보를 활용했다는 점에서 추가 분석 가능성이 있습니다.

- **한계점**

1) **텍스트 벡터화 방법의 제약**

→ TF-IDF 기반 벡터화는 문맥 정보를 반영하지 못하는 단점이 있습니다. 단순히 단어의 중요도를 반영하므로, 단어 간 관계나 문맥은 학습되지 않습니다.

2) **성능 격차**

→ Word Count 기반 모델이 벡터화 기반 모델보다 성능이 우수했으며, 이는 텍스트 벡터화 방식의 개선 필요성을 보입니다.

- **결과 개선 방안**

1) **데이터 증강기법 활용**

   a) 동의어 치환, 문장 추가 등 텍스트 데이터 증강 기법을 적용하여 데이터 다양성을 높이고, 모델의 일반화 성능을 개선합니다.

2) **고급 텍스트 벡터화 방법 적용**

   a) TF-IDF 대신 다른 임베딩 모델을 활용하여 벡터화를 시도해 봅니다.

결론

- DNN 모델은 현재 데이터셋과 문제 정의에 적합한 성능을 보여주었으며, 최종적으로 0.1268의 MAE를 기록했습니다.
- 현재 데이터와 특성으로는 점수 예측에서 일정 수준의 성과를 냈지만, 추가적인 데이터와 특성 확장이 필요합니다.
- 텍스트 벡터화 딥러닝 모델은 텍스트의 풍부한 정보를 활용하려는 시도로서 의미가 있습니다.
- 다만, 성능 면에서는 Word Count 기반 모델이 우수했으므로, **고급 벡터화 방법 및 증강 기법**을 활용하여 모델 개선 가능성을 탐구할 필요가 있습니다.