

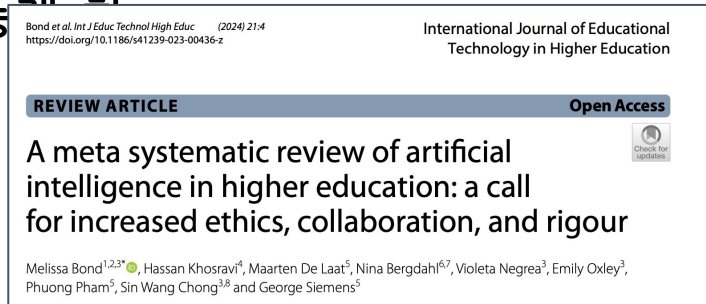


RAG 알고리즘을 활용한 학습자 맞춤형 학습 지원 플랫폼 개발 연구

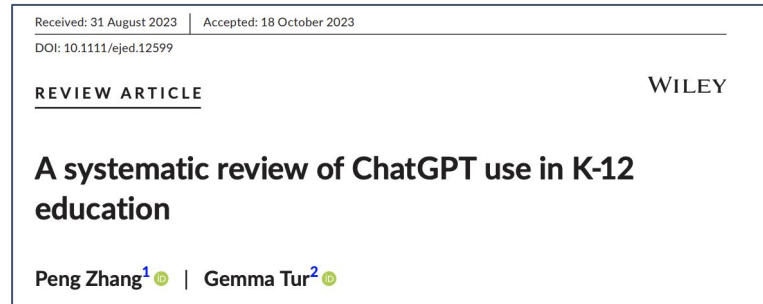
박유나, 이성연, 이수민, 김혜은

연구의 필요성 및 목적

생성형 인공지능의 발전은 학습자 개인 특성에 맞춘 다양한 맞춤형 교육을 가능하게 한다.



“ Key findings indicated a predominance of the use of **Adaptive Systems and Personalisation** in higher education.”



“It is highlighted that ChatGPT could empower educators through curriculum, lesson planning, materials generation, differentiation, and **optimising student learning experience through personalised learning.**”

연구의 필요성 및 목적

AI 기반 학습 플랫폼은 학습자에게 '맞춤형'의 학습 경험을 제공하는데 한계를 보임

- 생성형 인공지능의 답변은 피상적이며, 생성된 텍스트는 항상 일관성 및 논리성이 떨어지는 동시에 모순된 내용을 보이기도 함(Stojanov, 2023).
- 인공지능 기반 학습 플랫폼이 사용하는 데이터 세트에 편향이 있을 수 있음. 만약 특정 그룹의 학습 데이터를 충분히 반영하지 못할 경우 맞춤형 교육을 제공하는 데 한계를 보일 수 있음(Baker & Hawn, 2022).

朝鮮日報

사회 > 교육

AI 교과서 써본 교사들 "뭐가 새 기능인지 잘 모르겠다"

디지털교과서 첫 공개

윤상진 기자

입력 2024.08.08. 00:45

가

디지털 교과서 전면 도입을 앞두고 교사와 학부모들 사이에선 기대보다 우려가 높은 상황이다. 고민정 더불어민주당 의원실이 지난달 26~30일 전국 학부모 1000명과 초·중·고교 교원 1만9667명을 대상으로 조사해 보니 디지털 교과서 도입에 찬성하는 학부모는 30.7%, 교사는 12.1%에 그쳤다. 반대 이유로 학부모들은 '디지털 기기 의존 우려'(39.2%)를 가장 많이 꼽았다. 교사는 '학습 효과성 의문'(35.5%)이 가장 많았다. 어린 나이부터 디지털 기기가 제공하는 정보에만 의존하면 문해력을 제대로 키우지 못할 수 있다는 것이다.

연구의 필요성 및 목적

대학생 대상 설문조사

AI 기반 학습 플랫폼은 학습자에게 '맞춤형'의 학습 경험을 제공하는데
한계를 ~~보임~~ **살피고** 대상

대학교 재학 중인 학생 8명 (의약계열 4명, 자연과학계열 1명, 공학계열 2명, 인문계열 1명)

2. 설문 문항

- 1) 대학교에서 학습을 위한 AI 도구 사용 경험의 유무 및 사용해 본 도구의 종류
- 2) 사용해 본 도구 중 가장 도움이 되었다고 생각된 도구 및 도움이 되지 않았다고 생각한 도구
- 3) 도움이 되지 않았다고 생각된 학습도구를 개선하기 위한 방안
- 4) 전공 학습에 가장 최적화되었다고 생각되는 AI 도구
- 5) 앞으로 학습에 있어서 더욱 상용화될 것 같다고 예상되는 AI 도구
- 6) AI 도구의 유무가 학습의 양과 질에 영향을 미치는지의 여부

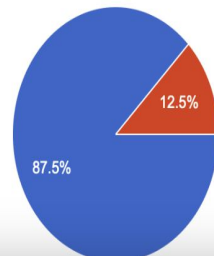
연구의 필요성 및 목적

대학생 대상 설문조사

AI 기반 학습 플랫폼은 학습자에게 '맞춤형'의 학습 경험을 제공하는데 한계를 보임

설문 결과

- 1) 설문 대상자들이 공통적으로 사용 경험이 있다고 답한 AI 학습도구는 챗GPT로, 챗GPT가 분야에 무관하게 가장 보편적으로 사용된다는 점을 알 수 있었음.
- 2) 현재의 AI 학습도구가 가지는 문제점에 관해서는, hallucination 현상으로 인한 챗GPT의 잘못된 정보 전달을 50%의 학생들이 문제점으로 응답 8개
- 3) 8명 중 7명의 학생이, AI 도구가 학습의 양과 질을 높인다고



연구의 필요성 및 목적

기존 LLM의 한계를 RAG(검색증강생성) 알고리즘으로 보완할 수
있음

Hallucinations



최신의 데이터나 맞춤형 자료를 반영하지 못함

현재의 LLM은
“정보 검색의 개인화”가 어려움

연구의 필요성 및 목적

기존 LLM의 한계를 RAG(검색증강생성) 알고리즘으로 보완할 수

있음

Fine tuning



시간과 비용 ↑

Prompt Engineering



정확도와 전문성 ↓

RAG!

⇒ 외부의 데이터 베이스와 연계

→ 일반화 성능과 유연한 답변 생성 능력은
유지하면서도 정확하고 신뢰할 수 있는 답변
생성 가능

Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks

Patrick Lewis^{†‡}, Ethan Perez^{*},

Aleksandra Piktus[†], Fabio Petroni[†], Vladimir Karpukhin[†], Naman Goyal[†], Heinrich Küttler[†],

Mike Lewis[†], Wen-tau Yih[†], Tim Rocktäschel^{†‡}, Sebastian Riedel^{†‡}, Douwe Kiela[†]

[†]Facebook AI Research; [‡]University College London; ^{*}New York University;
plewis@fb.com

연구의 필요성 및 목적

기존 LLM의 한계를 RAG(검색증강생성) 알고리즘으로 보완할 수

있음 Retrieval Augmentation Generation

- 데이터 베이스 Retrieval(검색)을 이용한 정보 Augmentation(증강) 그리고 이러한 정보를 이용해 생성형 AI가 답변을 Generation(생성)하는 알고리즘
- 상황에 맞추어 데이터와 AI, 그리고 사용자가 상호작용하는 것을 가능하게 하는 알고리즘

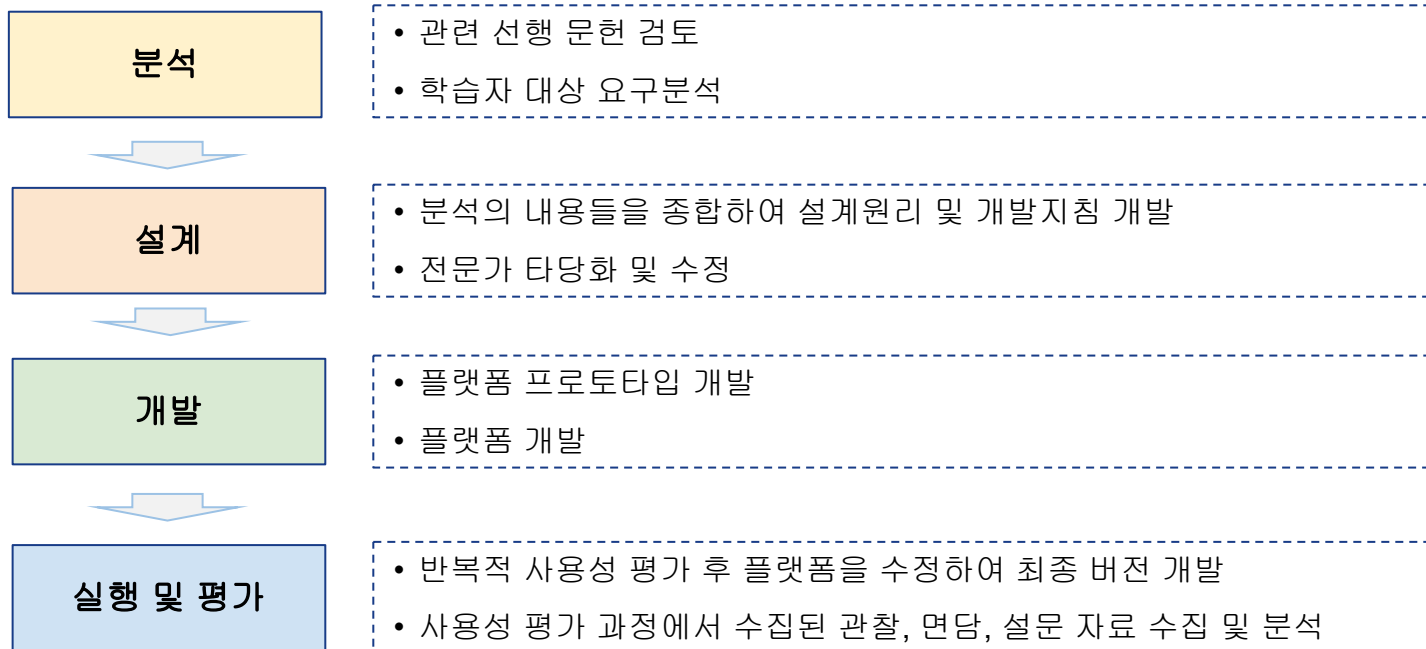
연구 문제

1. RAG 알고리즘 기반의 학습자 맞춤형 플랫폼의 설계원리는 무엇인가?
2. RAG 알고리즘 기반의 학습자 맞춤형 플랫폼은 어떠한 구조와 기능을 가지는가?
3. RAG 알고리즘 기반의 학습자 맞춤형 플랫폼의 사용성은 어떠한가?

2. 연구 방법

연구 방법 및 절차

설계개발연구방법 Type1 (Richey & Klein, 2014)



분석

선행 연구 및 요구 분석

선행 연구 분석

- 개인화된 학습, 맞춤형 학습, 적응적 학습을 위한 효과적 설계 요소 도출
- RAG 알고리즘의 기능 및 플랫폼 개발 사례 탐색

요구 분석

- K-12 학습자, 교수자, 고등교육 맥락의 학습자 등
- 기존 LLM 기반 학습 플랫폼의 제한점 및 개선 방안 탐색

설계

설계 원리 및 개발 지침 개발

<표 IV-4>상 수준 학습경로에 적용된 설계원리 및 상세지침

설계원리	설계지침
1. 안내의 원리	1.1 논증 모델에 대한 구체적인 안내를 제공하라 (예: 용어의 의미를 함께 제시함)
2. 개념의 교수설계 원리	2.1 개념에 대한 전형적 실례를 제공하라 2.2 학습자는 개념의 실례들이 공통적으로 지니는 특성을 학습하게 하라
3. 맞춤형 학습지원의 원리	3.1 학습자 개인의 지식수준을 고려하여 수준별 지원을 선택할 수 있게 지원하라 5.1 학습자와 공감할 수 있는 답변을 설계하라
5. 정서적 지원의 원리	5.2 학습자가 개인적으로 대화를 나누고 있다는 느낌을 받을 수 있도록 개인적인 언어를 사용하라 5.3 격려 메시지를 중립적인 감정 표현으로 설계하라
6. 사용성 고려의 원리	6.1 챗봇을 설계할 때 인간 대화의 규칙을 고려하여 준수하라 (예: 대화 맥락에서 학습자와 번갈아서 대화할 수 있게 함)
	6.2 챗봇을 설계할 때 GUI를 고려하여 학습 내용을 적당한 형식으로 제공하라 (예: full text, text+diagram, full diagram 형식을 고려함)
	6.3 챗봇이 학습자의 의도를 식별하지 못하는 경우에 대한 대응 방법을 설치해 놓아라. (예: 챗봇의 기능을 소개하는 메시지를 전달함.)
	6.4 수월한 상호작용 및 명확한 의사 전달을 위해 학습자들이 쉽게 수용하는 구조로 설계하라 (예: 버튼, 신속한 대답, 메뉴판 등을 제공함)

(예시) 컴퓨터 기반 협력적 논증에서 개인 논증을 지원하기 위한 챗봇 개발 설계원리 및 지침(곽헌동,

2023)

설계 원리에 대한 내적 타당화

- 교육공학, 인공지능 관련 박사 학위를 소지한 전문가 3인을 대상으로 설계 원리에 대한 내적 타당화 실시

<표 III-6> 성찰 챗봇 설계원리 및 개발지침의 내적 타당화 문항

영역	문항
타당성	본 챗봇 설계원리는 온라인 토론 학습에서 성찰 활동을 촉진하는 챗봇을 개발할 때 참고할 수 있는 챗봇 설계원리로 타당하다.
설명력	본 챗봇 설계원리는 온라인 토론 학습에서 성찰 활동을 촉진하는 챗봇을 개발할 때 참고해야 할 원리를 잘 설명하고 있다.
유용성	본 챗봇 설계원리는 온라인 토론 학습에서 성찰 활동을 촉진하는 챗봇을 개발할 때 유용하게 활용될 수 있다.
보편성	본 챗봇 설계원리는 온라인 토론 학습에서 성찰 활동을 촉진하는 챗봇을 개발할 때 보편적으로 활용될 수 있다.
이해도	본 챗봇 설계원리는 온라인 토론 학습에서 성찰 활동을 촉진하는 챗봇을 개발할 때 무엇을 고려해야 하는지 이해하기 쉽게 표현하고 있다.

(예시) 설계원리 및 지침의 내적 타당화 문항 (김형조,

2023)

연구 도구 알고리즘 Fine Tuning, Few-Shot

1. Fine Tuning

일종의 미세 조정 방식으로, 전이학습 (transfer learning) 모델을 새로운 data set에 대해 재학습함

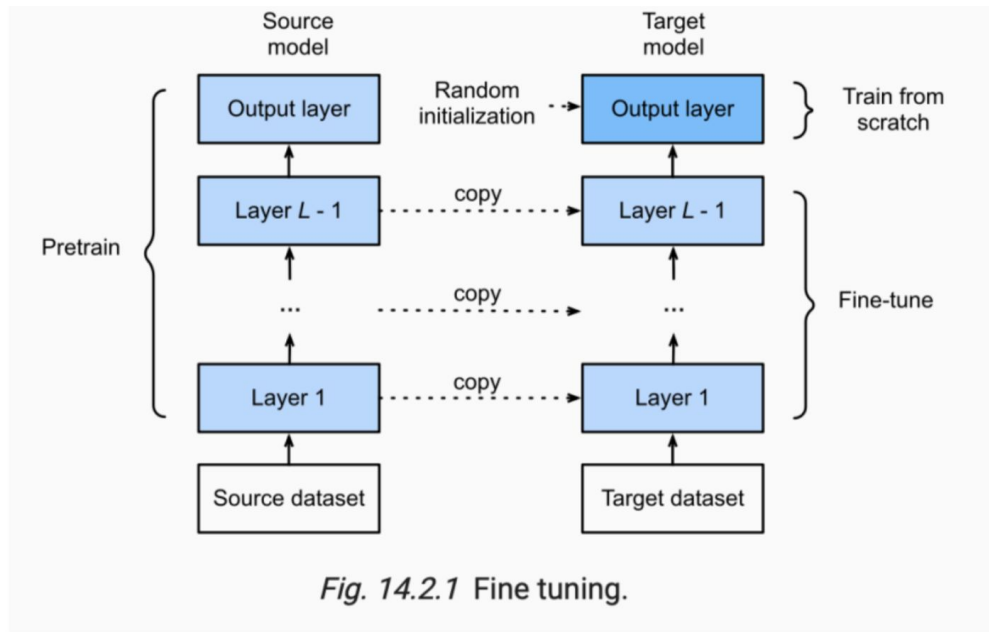
[Fine tuning의 과정]

- 1) Source model을 선택
- 2) Target model 형성, target model은 가장 바깥 layer를 제외하고 source model의 모든 layer를
복제함
- 3) Target model에 최외각 layer 추가 후 파라미터들을 무작위로 초기화
- 4) Target dataset를 기반으로 target model을 훈련시킴

개발

연구 도구 알고리즘 Fine Tuning, Few-Shot

1. Fine Tuning



연구 도구 알고리즘 Fine Tuning, Few-Shot

1. Fine Tuning: How can it aid AI study tools in the status quo?

- **Customizing style:** Models can be fine-tuned to reflect a brand's desired tone, from implementing complex behavioral patterns and idiosyncratic illustration styles to simple modifications like beginning each exchange with a polite salutation.
- **Specialization:** The general linguistic abilities of LLMs can be honed for specific tasks. For example, Meta's Llama 2 models were released as base foundation models, chatbot-tuned variants (Llama-2-chat) and code-tuned variants (Code Llama).
- **Adding domain-specific knowledge:** While LLMs are pre-trained on a massive corpus of data, they are not omniscient. Using additional training samples to supplement the base model's knowledge is particularly relevant in legal, financial or medical settings, which typically entail use of specialized, esoteric vocabulary that may not have been sufficiently represented in pre-training. -> 전공별로 최적화된 학습 tool을 만들 수 있을 것이라 판단

-> 시간과 비용이 많이 드는 관계로 이번 연구에서는 적용 X

연구 도구 알고리즘 Fine Tuning, Few-Shot

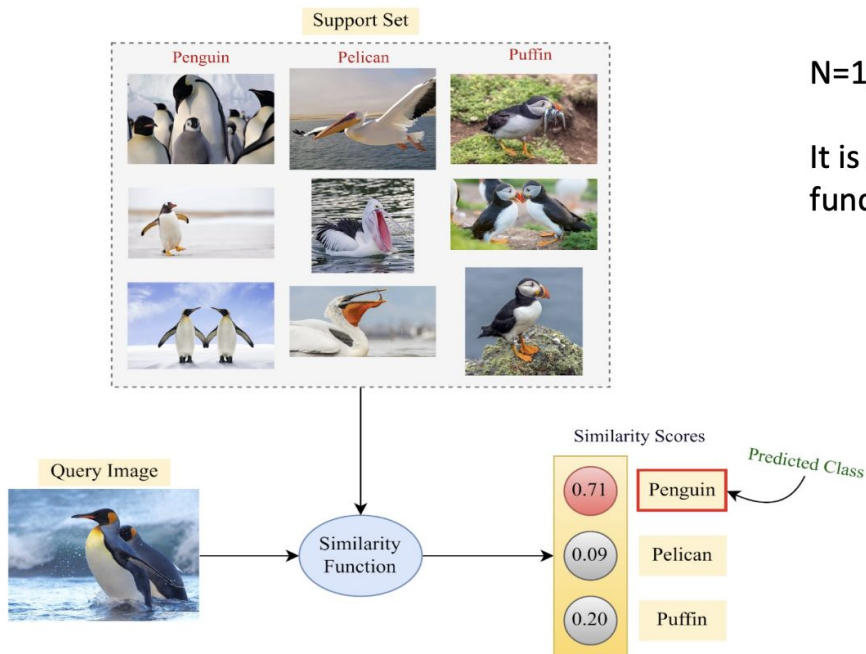
2. Few-Shot Learning

- 기존의 데이터베이스를 통해 얻은 정보로 새로 접하는 데이터베이스를 분석하는,
AI의 귀납적 학습법
- 학습된 input data에 비해 많은 양의 output 결론을 얻을 수 있음
- Key Words: Support Set, Query Set, N-Way K-Shot Learning Theme

개발

연구 도구 알고리즘 Fine Tuning, Few-Shot

2. Few-Shot Learning: How does it work?



$N=1, K=3 \times 3$

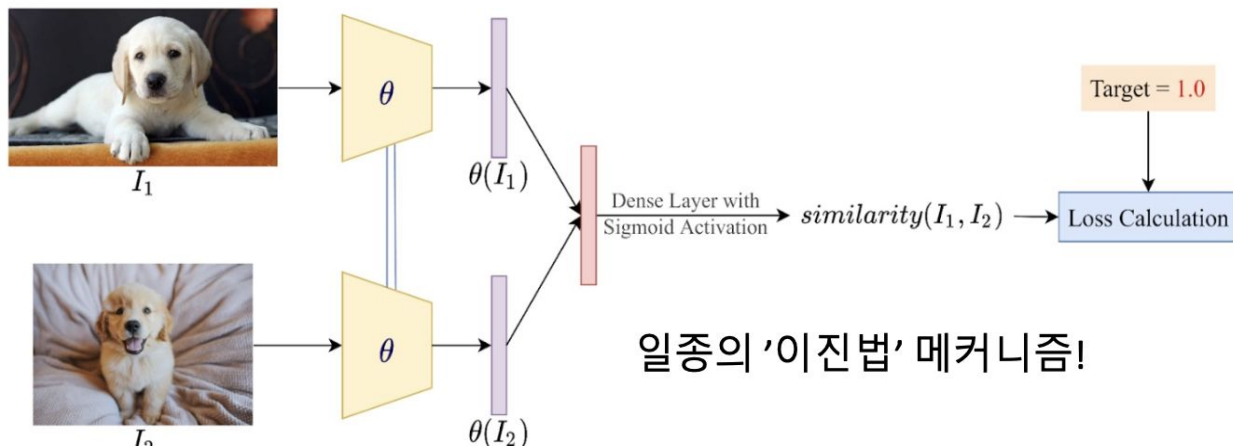
It is obvious that the 'similarity function' plays a key role!

개발

연구 도구 알고리즘 Fine Tuning, Few-Shot

2. Few-Shot Learning: Siamese Network

1) Pairwise Similarity

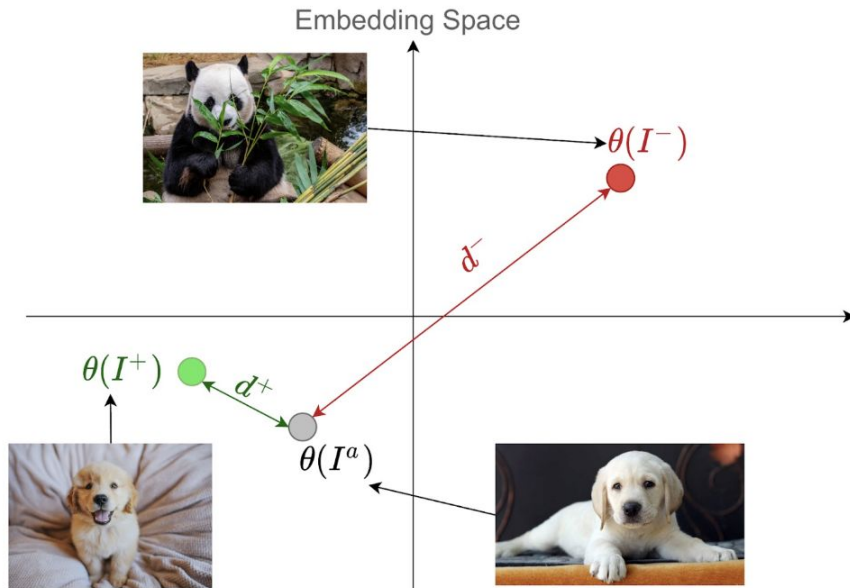


개발

연구 도구 알고리즘 Fine Tuning, Few-Shot

2. Few-Shot Learning: Siamese Network

2) Triplet Loss



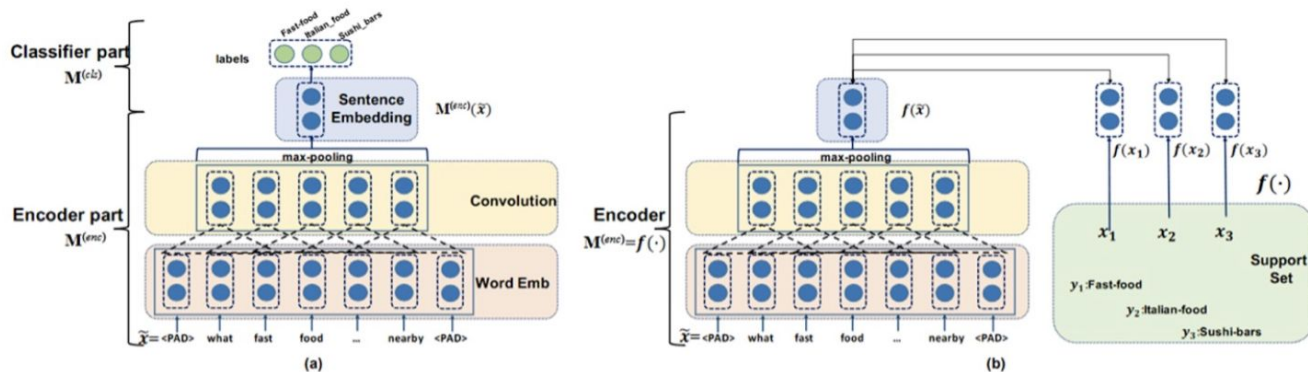
-일종의 거리 함수

개발

연구 도구 알고리즘 Fine Tuning, Few-Shot

2. Few-Shot Learning: How can it aid AI tools in the status quo?

1) Enables Task-Specificity

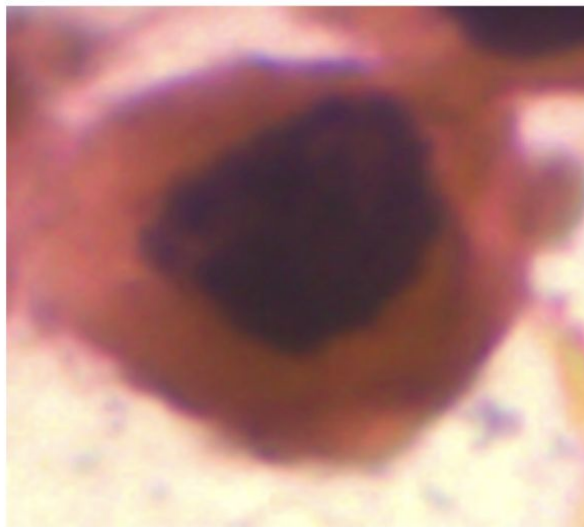


The Convolutional Neural Networks (CNN) used in this work: (a) A CNN classifier. The encoder component takes the sentence as input and outputs a fixed-length sentence embedding vector; the classifier component predicts class labels with the sentence embedding. (b) A Matching Network, which only contains an encoder like in (a), and makes prediction via a k-Nearest-Neighbor classifier with the similarity defined by the encoder.

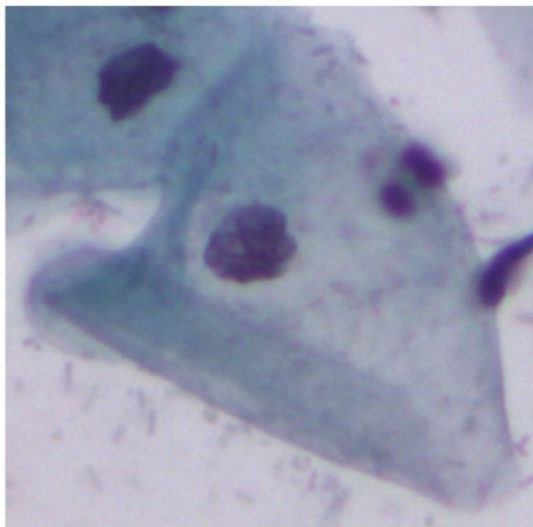
연구 도구 알고리즘 Fine Tuning, Few-Shot

2. Few-Shot Learning: How can it aid AI tools in the status quo?

2) Indispensable for Medical/ Pharmaceutical/ STEM majors



(a)



(b)

-visual differentiation

-복잡한 내용을 다룰
시에는 오히려
hallucination을
야기할 수 있기에 이번
연구에 적용 X

개발

연구 구상 챗봇 프로토타입



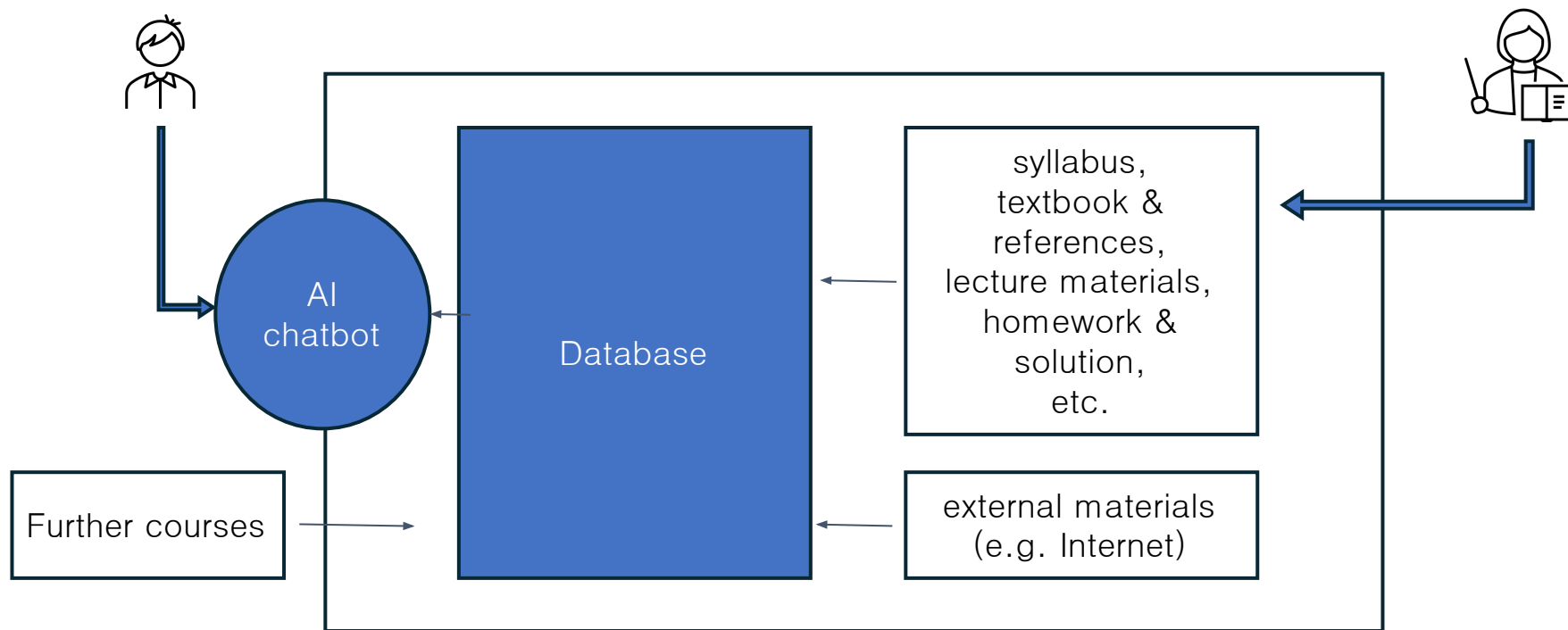
개발

연구 구상 챗봇 프로토타입



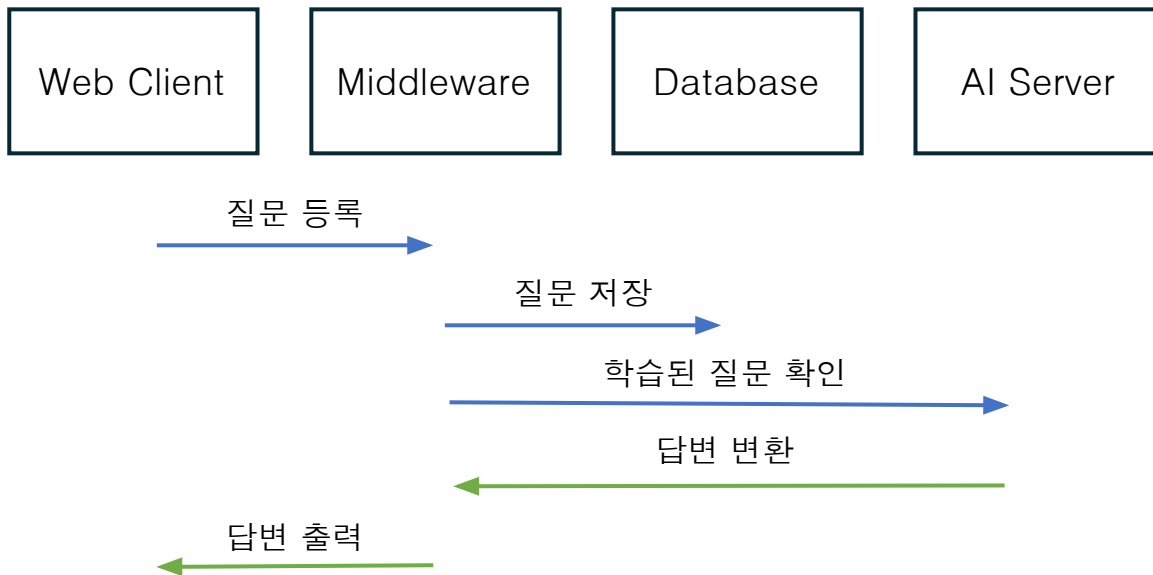
개발

연구 구현 1단계 - RAG 알고리즘 탐색



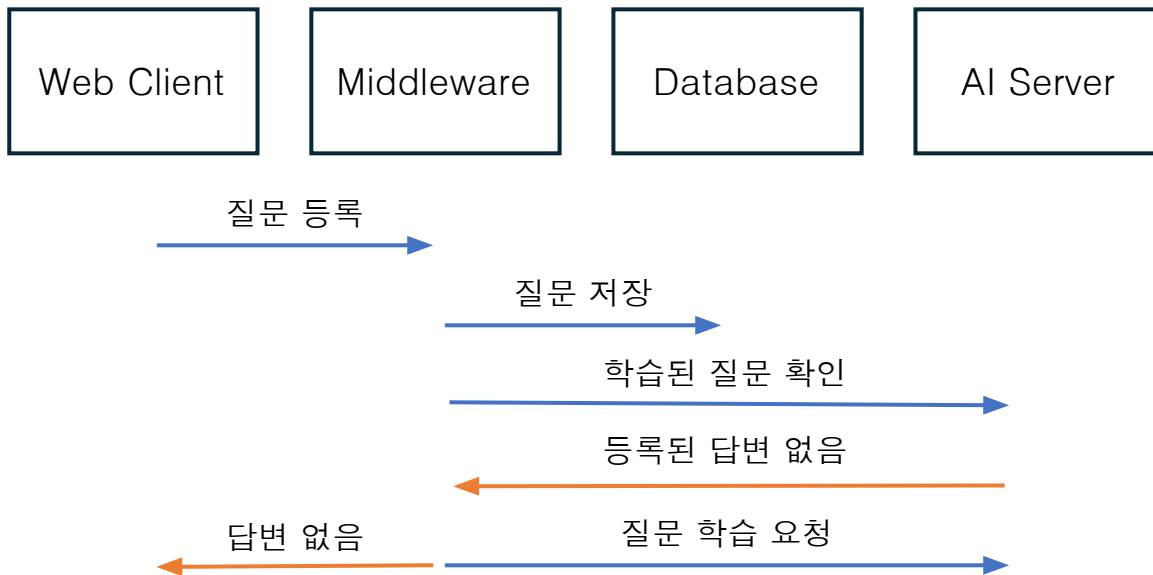
개발

연구 구현 1단계 - RAG 알고리즘 탐색



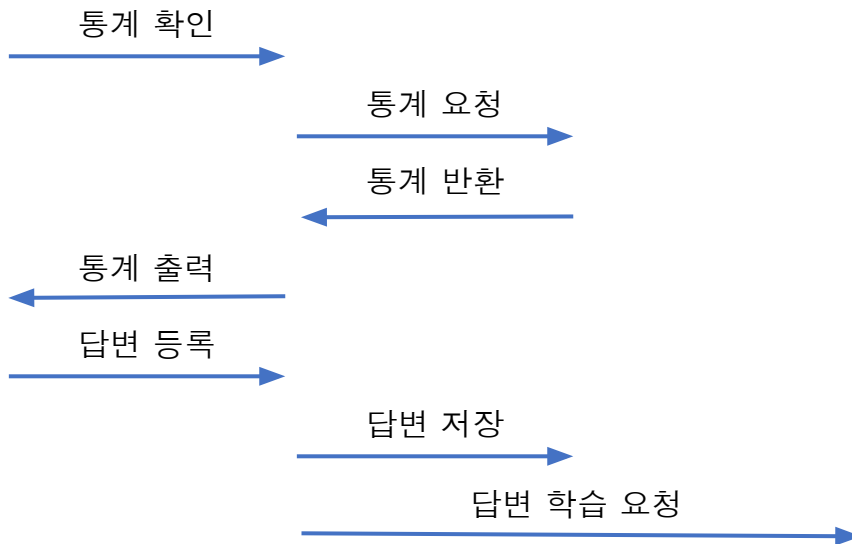
개발

연구 구현 1단계 - RAG 알고리즘 탐색



개발

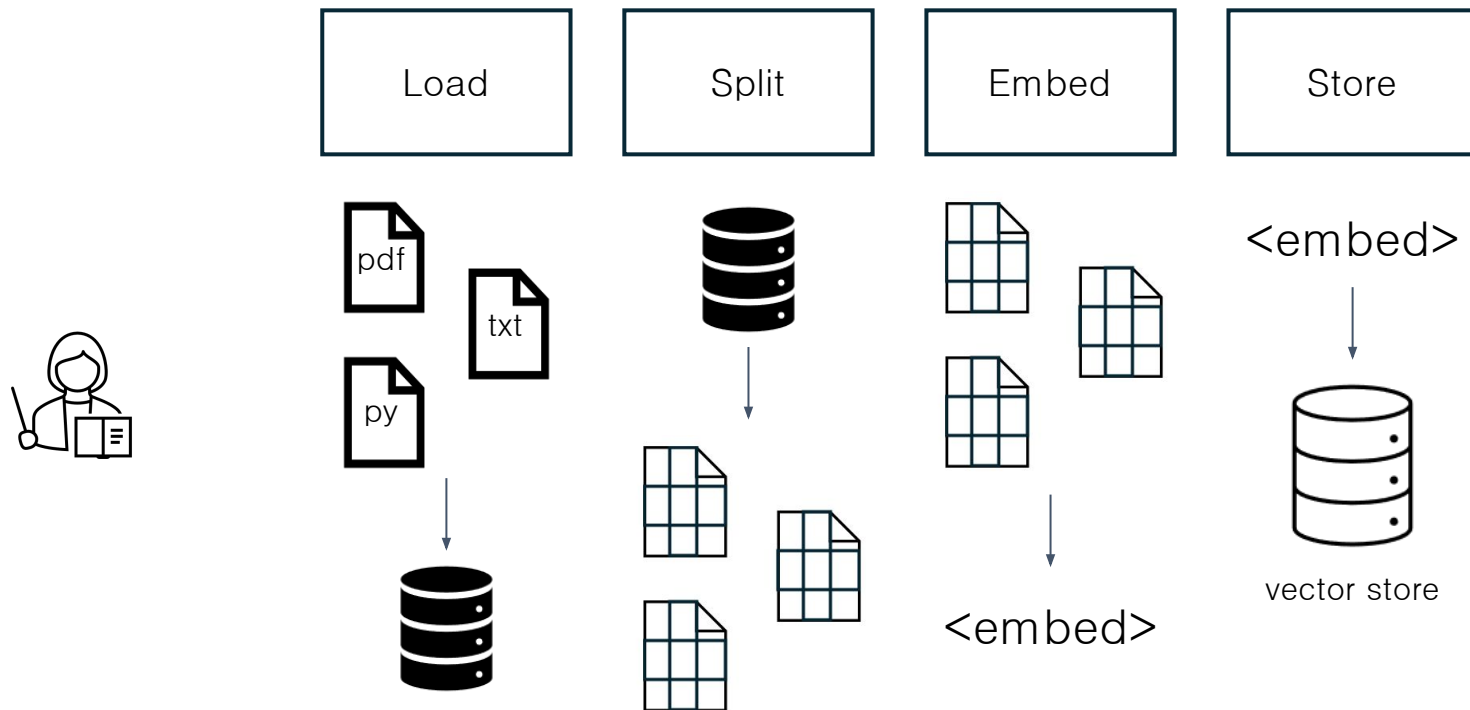
연구 구현 1단계 - RAG 알고리즘 탐색



개발

연구 구현 1단계 - RAG 알고리즘

탐색



<개발> 연구 도구

2단계 - 챗봇 구현

문서 로드 및 Vector DB 저장

1. 문서 로드

```
from langchain_upstage import UpstageLayoutAnalysisLoader

# 1. load doc
layer = UpstageLayoutAnalysisLoader("/expling-syllabus-240728.pdf", api_key="up_Ebd0cRYJS0LhtIYCzTE6iwuimIUIE", output_type="html")
docs = layer.load()
```

개발

연구 도구2단계 - 챗봇 구현

문서 로드 및 Vector DB 저장

1. 문서 로드

```
from langchain_upstage import UpstageLayoutAnalysisLoader

# 1. load doc
layer = UpstageLayoutAnalysisLoader("/expling-syllabus-240728.pdf", api_key="up_EbdQcRYJS0LhtlVCzTE6iwuimlUiE", output_type="html")
docs = layer.load()
```


개발

연구 도구

2단계 - 챗봇 구현

문서 로드 및 Vector DB 저장

2. 분할

```
[ ] from langchain_text_splitters import (
    Language,
    RecursiveCharacterTextSplitter,
)

# 2. Split
text_splitter = RecursiveCharacterTextSplitter.from_language(
    chunk_size=1000, chunk_overlap=100, language=Language.HTML
)
splits = text_splitter.split_documents(docs)
print("Splits:", len(splits))
```

🔗 Splits: 21

3. 임베딩 & 벡터 DB

```
from langchain_chroma import Chroma

# 3. Embed & indexing
vectorstore = Chroma.from_documents(
    documents=splits,
    embedding=UpstageEmbeddings(api_key="up_Ebd0cRYJSOLhtlVCzTE6iwuimIUie", model="solar-embedding-1-large"),
)
```

개발

연구 도구

2단계 - 챗봇 구현

문서 검색 및 결과 도출

1. 프롬프팅

```
from langchain_core.prompts import PromptTemplate
from langchain_core.output_parsers import StrOutputParser
from langchain_upstage import ChatUpstage

llm = ChatUpstage(api_key="up_Ebd0cRYJS0LhtIVCzTE6iwuimIUIE")

prompt_template = PromptTemplate.from_template(
    """
    Please provide most correct answer from the following context.
    If the answer is not present in the context, please write "The information is not present in the context."
    ---
    Question: {question}
    ---
    Context: {Context}
    """
)

chain = prompt_template | llm | StrOutputParser()
```

개발

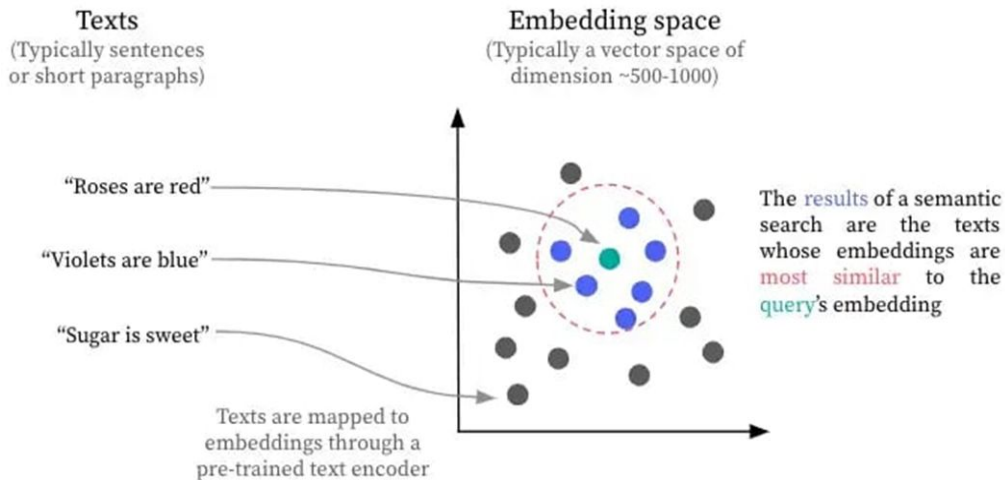
연구 도구

2단계 - 챗봇 구현

문서 검색 및 결과 도출

from <https://blog.dataiku.com/semantic-search-an-overlooked-nlp-superpower>

2. Retrieval



3. 결과 생성

```
chain.invoke({"question": "When is the office hours for Experimental Linguistics?", "Context": result_docs})
```

'The office hours for Experimental Linguistics are MonTues 2-3pm.'

개발

연구 도구

3단계 - 성능 비교

```
chain.invoke({"question": "What tools will be used in Experimental Linguistics?", "Context": result_docs})
```

'The tools that will be used in Experimental Linguistics are Praat, OpenSesame or Psychopy, IBEX or PCIBex or JsPsych, and R.'

experimental methods that are widely used in the field of linguistics. Students will learn how to transform linguistic hypotheses into empirically testable predictions, design an experimental study, implement experiments using various tools (Praat, OpenSesame or Psychopy, IBEX or PCIBex or JsPsych), and analyze the results (using R). They will also learn what types of questions

개발

연구 도구

3단계 - 성능 비교

```
chain.invoke({"question": "When is the office hours for Experimental Linguistics?", "Context": result_docs})
```

```
'The office hours for Experimental Linguistics are MonTues 2-3pm.'
```

Experimental Linguistics Syllabus

Instructor: Sunwoo Jeong

Email: sunwooj@snu.ac.kr

Office: 3-309

Office Hours: MonTues 2-3pm

Class time: MonWeds 12:30-1:45pm

Classroom: 3-115

Lab time: In class

TA: TBA

개발

연구 도구

3단계 - 성능 비교

What tools will be used in Experimental Linguistics?



In Experimental Linguistics, we use a variety of tools to investigate language structure and processing. Some of these tools include:

1. EEG (Electroencephalography) to measure brain activity
2. Eye-tracking to monitor eye movements and fixations
3. MEG (Magnetoencephalography) to measure magnetic fields generated by brain activity
4. fMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging) to measure blood flow in the brain
5. Behavioral experiments to assess language comprehension and production
6. Computational models to simulate language processing

These tools allow us to gain insights into how the brain processes language, how languages are structured, and how language is acquired and learned.

When is the office hours for Experimental Linguistics?



The office hours for Experimental Linguistics are on Tuesdays from 11:00 AM to 12:00 PM.

개발

연구 도구

3단계 - 성능 비교

```
chain.invoke({"question": "When is the lab session for Experimental Linguistics? How many times?", "Context":
```

'The lab session for Experimental Linguistics is conducted during the class time, which is MonWeds 12:30-1:45p m. The number of lab sessions is not explicitly mentioned, but it is implied that there are 4 in-lab assignment s throughout the course.'

Assignments: There will be 4 lab assignments.

Instructor: Sunwoo Jeong

Email: sunwooj@snu.ac.kr

Office: 3-309

Office Hours: MonTues 2-3pm

Class time: MonWeds 12:30-1:45pm

Classroom: 3-115

Lab time: In class

TA: TBA

개발

연구 도구

3단계 - 성능 비교

"When is the lab session for Experimental Linguistics? How many times?



In most courses, the lab session for Experimental Linguistics is scheduled once a week, although this can vary depending on the course and instructor. The exact date and time of the lab session would be specified in the course syllabus or schedule, which is typically available on the course website or learning management system (LMS) such as Blackboard, Canvas, or Moodle. If you're having trouble locating this information, you can try contacting the course instructor or teaching assistant for assistance.

개발

연구 도구

3단계 - 성능 비교

```
chain.invoke({"question": "Can you tell me the required readings for each weeks in Experimental Linguistics?"},
```

'The required readings for each week in Experimental Linguistics are as follows:\n\nWeek 1:\n- Optional reading: Podesva and Sharma (2014) Ch. 2\n- Lab: Using Latex, presenting linguistic data in paper\n\nWeek 2:\n- Required reading: Mike Frank's textbook: Ch. 1-2, 8-9\n- Optional reading: Podesva and Sharma (2014) Ch. 7, Rosenthal and Rosnow (2008) Ch. 7\n\nWeek 3:\n- Diving deeper into a sample linguistic experiment\n- No specific readings mentioned\n\nPlease note that the information for Week 3 is not present in the context.'

Week 2: The basics of experiment design, some key terminologies, diving deeper into a sample linguistic experiment

- * *Required reading:* Mike Frank's textbook: Ch. 1-2, 8-9
- * *Optional reading:* Podesva and Sharma (2014) Ch. 7, Rosenthal and Rosnow (2008) Ch. 7

개발

연구 도구

3단계 - 성능 비교

```
chain.invoke({"question": "I haven't taken Phonology, Morphology and Syntax. Can I take Experimental Linguist
```

'No, you cannot take Experimental Linguistics without taking Phonology, Morphology and Syntax. According to the course requirements, students are strongly encouraged to have taken at least one of these classes as a prerequisite.'

Prerequisite: Students must have taken Introduction to Linguistics. Students are strongly encouraged to have taken at least one of the following classes: Phonetics, Phonology, Morphology, Syntax, Semantics, Pragmatics, or Psycholinguistics.

개발

연구 도구

3단계 - 성능 비교

```
chain.invoke({"question": "Where all readings for Experimental Linguistics are posted?", "Context": result_doc
```

'The required and optional readings for Experimental Linguistics are posted in the context. The required reading for Week 2 is Mike Frank's textbook: Ch. 1-2, 8-9, and the optional reading is Podesva and Sharma (2014) Ch. 7, Rosenthal and Rosnow (2008) Ch. 7.'

Readings: All readings except for the optional textbook listed below will be posted on the course website (ETL), and will include original research papers and chapters from various methodology textbooks.

실행 및 평가

사용성 평가

개발 결과물에 대한 사용성 평가

- 1차 사용성 평가(학습자 5인), 2차 사용성 평가(학습자 4인)에게서 설문 및 면담 자료를 수집함
- 학습 과정에서 RAG 알고리즘을 활용한 학습자 맞춤형 학습 지원 플랫폼을 활용하도록 하고 그 뒤에 사용성 평가 설문을 실시함

<표 III-8> 사용성 평가 설문 문항 예시

영역	문항(예시)
태도	나는 성찰 챗봇으로 온라인 토론 학습을 돌아보는 것이 좋다
지각된 유용성	성찰 챗봇은 내가 온라인 토론에서 잘한 점과 잘못된 점을 돌아보도록 하는데 도움을 준다
지각된 사용 용이성	성찰 챗봇으로 나의 온라인 토론 활동을 쉽게 점검할 수 있다
사용 의도	나는 앞으로도 챗봇을 활용하여 성찰하는 것이 도움이 될것이라 생각한다

<표 III-9> 사용성 평가 면담 문항 예시

영역	면담 질문(예시)
성찰 경험 전반	성찰 챗봇을 활용하는 것은 어땠나요? 어떤 점이 좋았고, 어떤 점이 아쉬웠나요?
유용성	성찰 챗봇이 자신이 토론에서 잘한 점과 부족한 점을 돌아보는데 도움이 되었나요?
사용 용이성	챗봇의 대화들이 사용자를 배려하고 환영한다고 느껴졌나요? 챗봇의 말이 챗봇 사용에 어떤 영향을 미쳤나요?
성찰이 토론에 미치는 영향	성찰 챗봇을 활용하면서 성찰한 내용이 2차 토론을 하는데 어떤 영향을 미쳤나요? 영향을 미치지 못했다면 그 이유는 무엇인가요?
챗봇의	말씀하신 것과 관련하여 성찰챗봇이 보다 성찰활동을 효과적

(예시) 사용성 평가 설문 및 면담 문항 예시 (김형조,

2023)

3. 예상 결과

연구의 의의

- 인공지능만이 강조되는 인공지능 기반 교육을 넘어, 학습자의 특성과 맥락에 적절한 경험을 제공할 수 있는 맞춤형 학습 플랫폼의 구체적 방법론을 제시함.
- 학습자의 학습 데이터로부터 지속적으로 학습 플랫폼을 개선할 수 있는 기반을 마련하고, 데이터에 기반한 교육 효과 분석 및 학습 경험 개선을 통해 교육적 성과를 극대화함.
- 학습자의 요구와 상황에 따라 유동적으로 반응하는 맞춤형 학습 지원 플랫폼의 개념을 제시함으로써, 미래 교육의 새로운 방향성을 제시함.

참고 문헌

나동준, 안재욱, 박세진, “Seq2Seq 모델을 활용한 대학교 비대면 원격강의 상황에서 질문 문답 및 관리 인공지능 챗봇 서비스”,
(<https://koreascience.kr/article/CFKO202012748641921.pdf>)

KURT VanLEHN, “The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems”,
(<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00461520.2011.611369>)

Alice Kerly, Phil Hall, Susan Bull, “Bringing chatbots into education: Towards natural language negotiation of open learner models”,
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950705106001912>)

Nurhani Omar, Harwati Hashim, “A Survey on the Acceptance of E-Learning for Professional Development amongst English as a Second Language (ESL) Teachers in Malaysia”, (<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2989730>)

<https://www.samsungsds.com/kr/insights/rag-customization.html>

Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4-16.

Chen, C. M., Lee, H. M., & Chen, Y. H. (2005). Personalized e-learning system using item response theory. *Computers & Education*, 44(3), 237-255.

Yang, T. C., Hwang, G. J., & Yang, S. J. H. (2013). Development of an adaptive learning system with multiple perspectives based on students' learning styles and cognitive styles. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(4), 185-200.

Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., ... & Siemens, G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: a call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 4. Stojanov, A. (2023). Learning with ChatGPT 3.5 as a more knowledgeable other: An autoethnographic study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 35.

Baker, R. S., & Hawn, A. (2022). Algorithmic bias in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1-41.

Q&A