

효과적인 학습을 위한 메타인지 기반의 온라인 학습 도구 웹사이트 구축

Development of Metacognitive-Based Online Learning Tools Website for Effective Learning

이현준, 빈기범, 김은서, 문일영*

한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

Hyun-June Lee, Gi-Bum Bean, Eun-Seo Kim, Il-Young Moon*

Department of Computer Science, Koreatech, Cheonan 31253, Korea

[요약]

본 논문에서는 학습자들의 효율적인 학습을 돕는 온라인 학습 도구 애플리케이션을 웹사이트로 제공하고자 한다. 인출, 체계화, 메타인지, 이 세 가지 측면에서 학습자들의 학습 효율을 어떻게 향상시킬 수 있는지에 대해 논의하고자 하며, 본 웹 서비스를 통해 학습자는 플래시 카드 기반의 인출 학습법으로 학습을 진행할 수 있다. 이때, 합성 패턴(Composite Pattern)을 사용하여 플래시 카드를 Directory-File System과 유사한 형태로 관리하는 방법에 대해 서술한다. 학습자는 플래시 카드를 마인드맵으로 변환하여 지식을 체계적으로 정리할 수 있다. 학습자의 학습진행도에 따라 마인드맵의 색상이 달라지며, 학습자는 자신이 무엇을 알고 무엇을 모르는 지 색상을 통해 쉽게 인지할 수 있다. 이때, 학습진행도를 판단하고 예측하는 알고리즘의 정확도를 향상시키기 위한 딥 러닝 모델 구축을 제안한다.

[Abstract]

In this paper, this app is an online learning tool web application that helps learners learn efficiently. It discusses how learners can improve their learning efficiency in these three aspects: retrieval practice, systematization, metacognition. Through this web service, learners can proceed with learning with a flash card-based retrieval practice. In this case, a method of managing a flash card in a form similar to a directory-file system using a composite pattern is described. Learners can systematically organize their knowledge by converting flash cards into a mind map. The color of the mind map varies according to the learner's learning progress, and learners can easily recognize what they know and what they do not know through color. In this case, it is proposed to build a deep learning model to improve the accuracy of an algorithm for determining and predicting learning progress.

Key Words: Web Application, Retrieval Practice, Systematization, Metacognition, Composite Pattern

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2022.351>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 18 August 2022; **Revised** 22 August 2022

Accepted 25 August 2022

***Corresponding Author**

E-mail: iymoon@koreatech.ac.kr

I. 서론

본 논문에서는 학습자들의 학습 효율을 향상시키기 위한 방법에 대해 뇌 과학 및 인지 심리학을 기반으로 조사한 결과, 인출, 체계화, 메타인지, 다음 세 가지를 선정하였다. 뇌 과학 관점에서의 기억의 형성 과정은 크게 부호화, 저장, 인출의 세 단계로 분류된다. 부호화란 외부에서 유입된 자극을 기억하기 쉽도록 부호로 전환하여 기억에 입력하는 과정을 의미하고, 저장은 입력된 정보를 기억에서 유지 및 보관하는 것을 뜻하며, 인출은 장기 기억으로부터 작업기억으로 다시 정보를 불러내어 정보를 처리하는 과정을 의미한다[1]. 이에 뇌의 기억 과정(부호화, 저장, 인출)을 기반으로 한 학습법에 대하여 연구하였다.

사람의 뇌는 작업 기억의 제한적 저장 용량의 한계를 극복하기 위하여 조직화(organization) 혹은 정교화(elaboration)와 같은 정보의 부호화 과정을 동반하는데, 이때 새로운 지식을 기존의 지식과 연결하여 체계화(범주화) 시키는 과정은 지식간의 통합을 촉진시켜 기억을 강화시킬 수 있다[2].

또한, 단어학습에서 시험 효과(testing effects)를 뇌 과학적으로 분석한 연구에 의하면 재 학습(restudying)을 하는 것 보다 시험을 통한 인출 연습(retrieval practice)을 하는 과정에서 뇌 부위가 더 많이 활성화 된다[3]. 즉, 사실이나 개념을 머릿속에서 떠올리는 인출 연습(retrieval practice)은 가장 흔한 학습 전략인 ‘교재를 반복해서 읽기’보다 더 효율적이다.

한편, 반복해서 읽는 복습이 익숙함을 앞으로 착각하게 만들 수 있듯이 실제 학습의 결과가 개인의 직관이나 느낌과 사실은 어긋날 때가 있는데, 학습자가 자기 능력을 객관적으로 평가하지 못하고 하위권 학습자일수록 자신을 과대평가하는 인지 편향인 ‘더닝 크루거 효과’가 이와 관련이 있다. 하위권 학습자가 자신의 능력을 과대평가하는 이유는 상위 인지 능력(metacognitive ability)이 부족하기 때문이다. 상위 인지 능력이란 자신의 인지 과정을 관찰하고 통제하는 능력으로, 메타 인지 능력 이라고도 한다. 하위권 학습자들은 메타 인지 능력이 부족하기 때문에 자신의 능력을 정확히 평가하지 못한다[4]. 즉, 다르게 말하면 학습자들은 객관적 기준으로 평가 받을 때 더욱 효과적으로 학습할 수 있게 된다.

이에, 본 논문에서는 인출, 체계화, 메타인지를 적용하여 학습자들의 효율적인 학습을 돕는 새로운 온라인 학습 도구 웹사이트를 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 이론적 배경으로서 인출, 체계화, 메타인지의 의미와 효과에 대하여 알아본다. 제 III장에서는 웹 서비스의 구성 기술에 대하여 알아보고, 제 IV장에서는 인출, 체계화, 메타인지, 다음 세 가지

개념을 학습 도구 웹 사이트에 어떻게 적용시킨 지에 대하여 알아본다. 제 V장에서는 웹 사이트를 실제 학습에 적용한 결과에 대하여 기술하며, 마지막으로 제 VI장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 이론적 배경

인출이란 학습자료를 비교적 완전하게 한번 학습을 한 후 그 내용을 더 이상 직접 보지 않고 빈 종이에 끄집어내 보거나 다양한 형식의 문항을 해결하면서 학습하는 방식으로, 학습자의 학습전략과 학업 성취에 긍정적 영향을 미친다[5]. 공부하는 ‘학습’ 그리고 ‘기억’과 ‘망각’을 포함하는 인지 과정으로 설명된다. 이때 단기기억에서 주의가 이루어지지 않거나 부호화 되지 못한 기억은 모두 망각되며, 장기기억에 저장된 정보도 자주 인출하여 사용하지 않으면 망각이 시작된다. 하지만 기억을 인출하려고 노력하면 할수록 그 기억은 오래가게 된다. 따라서 학습한 내용을 오랫동안 기억하고 싶으면 기억을 자주 인출해야 한다.

다음으로, 체계화(범주화)란 마인드맵, 개요, 책의 목록처럼 학습한 내용을 큰 가치를 중심으로 정리해 나가는 것을 말한다. 즉 큰 범주에서 작은 범주로 체계화를 해가며 학습을 하는 것으로, 체계화(범주화)를 통해 학습한 내용을 정리하면 이후에 훨씬 쉽고 효과적으로 학습한 정보를 다시 꺼낼 수 있도록 도와준다. 체계화의 방법에는 대표적으로 마인드맵(mind map)이 있다. 학습자의 마인드맵 결과물에 대한 발달적 변화양상을 분석한 결과 창의적 사고의 유창성이 증가하고 기억력이 향상될 수 있음은 이미 입증되었다[6].

마지막으로 메타인지란 한 단계 고차원을 의미하는 ‘메타(meta)’와 어떤 사실을 인식하는 ‘인지(cognition)’의 합성어로, ‘인지 활동에 대한 인지’ 즉, 자신이 알고 있는 것에 대해 자각하고 이를 조절하고 통제하는 자기성찰능력을 말한다. 이러한 메타인지는 자신의 인지적 능력, 인지적 상태, 그리고 다양한 전략의 가치와 유용성에 대한 지식과 인지에 대한 계획, 규제, 평가 등의 자기 통제와 자기 규제를 포함하는 활동이라 할 수 있어서, 인지적 요소에서 아주 중요하다고 할 수 있다[7]. 메타인지는 현재 자신의 위치와 수준을 파악하기 위한 자기평가, 그에 대한 계획과 관리능력이 수반된다. 메타인지와 학습은 밀접한 관련이 있다. 학습은 ‘내가 알고 있다’고 생각하는 순간 멈추기 때문에, ‘알고 있다’는 느낌을 가지고 있는 것과 ‘정확하게 아는 것’을 구분하는 작업이 필요하다. 자기평가 이후에 학습과정을 계획 실행하고, 학습동기 등을 관리하는 자기 조절력 또한 메타 인지에 포함된 능력이다[8].

메타인지를 통해 효율적 학습이 가능하고, 학습 동기에 대한 향상에도 효과적이다.

III. 웹 서비스 기술

구성한 웹사이트는 그림 1과 같이 프론트엔드, 백엔드로 구성되어 있다. 프론트엔드는 React를 기반으로 한 Single Page Application 방식으로 구현하였다. 백엔드는 Spring 프레임워크를 이용하여 서버를 구현하였고, 데이터베이스는 MySQL을 이용하여 구현하였다.

페이지는 회원가입, 플래시 카드 생성하기, 학습하기, 마인드맵 변환 페이지, 피드백 페이지로 구성하였다. 사용자는 회원가입 후 본 웹 서비스를 이용할 수 있으며, 로그인 시 사용자에게 부여하는 Token을 활용하여 로그인 상태를 유지할 수 있다. 사용자는 플래시 카드를 직접 생성하고 저장할 수 있다. 플래시 카드는 Directory-File 구조로 저장된다. 따라서 필요에 따라 사용자가 관리하는 지식의 깊이(Depth)가 계속해서 깊어지는 것을 허용한다. 사용자는 ‘Convert to Mindmap’이라는 버튼을 눌러서 플래시카드를 마인드맵으로 곧바로 변환하여 확인할 수 있다. 또한, 사용자가 플래시 카드 기반으로 학습을 진행할 때, 몇 번 만에 해당 플래시 카드 질문을 통과 했는지에 대한 데이터를 저장하여 이를 기반으로 사용자의 ‘학습진행도’를 판단한다. 이때, 해당 학습진행도에 따라 사용자의 학습 정도를 파악하고, 이를 마인드맵의 색상으로 표시하여 제공한다. 예를 들어, 학습진행도가 낮

은 플래시 카드 문항에 대해서는 학습 정도가 낮다는 의미의 ‘빨간색’으로, 학습진행도가 높은 플래시 카드 문항에 대해서는 학습 정도가 높다는 의미의 ‘초록색’으로 표시하여 제공한다.

IV. 인출 · 체계화 · 메타인지 학습법

본 웹 사이트는 효율적인 학습을 돕는 인출·체계화·메타인지 개념을 웹 애플리케이션에 적용하여 학습자들에게 제공한다. 이는 기존 웹 애플리케이션들과는 차별화된 독창성을 가진 부분이다. 따라서 뇌 과학 및 인지심리학과 관련된 각각의 개념을 어떻게 기술적으로 구현하였는지 설명한다.

우선, 인출이란 학습자료를 비교적 완전하게 한번 학습을 한 후 그 내용을 더 이상 직접 보지 않고 빈 종이에 끄집어 내 보거나 다양한 형식의 문항을 해결하면서 학습하는 방식이다. 해당 개념을 적용하기 위해 ‘플래시 카드’ 학습법을 도입하였다. 플래시 카드 학습법이란 보통 10×7 cm 정도의 크기를 가진 카드의 앞쪽에는 단어를, 뒤쪽에는 뜻을 작성하여 빠르게 카드를 넘기며 답을 맞추는 방식의 학습법이다. 따라서 플래시 카드 방식을 본 웹 사이트에 적용하여, 학습자들이 플래시 카드를 직접 생성하여 자신이 학습한 내용을 인출해 볼 수 있도록 구현하였다.

그림 2와 같이 학습자는 플래시 카드 기반의 인출 학습법을 통해 자가 테스트를 할 수 있다. 또한, 우측의 ‘Notes’를 활용하여 카드 문항에 대한 답안을 미리 작성해볼 수 있으며,

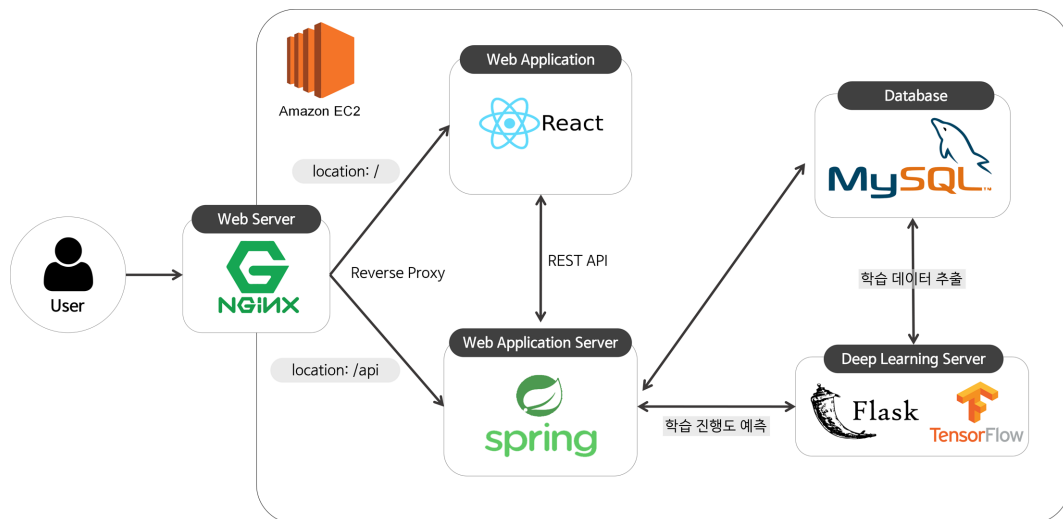
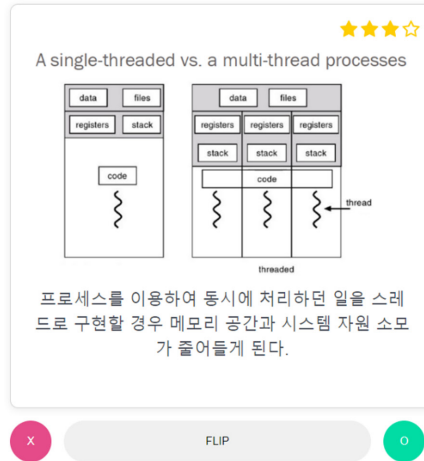


그림 1. 웹 서비스 구조
Fig. 1. Web service architecture.



Notes

멀티 스레드를 사용하면 메모리 공간과 시스템 자원 소모를 절약할 수 있다.

그림 2. 인출 기능
Fig. 2. Retrieval practice.

키보드를 사용하여 간편하게 카드를 뒤집고 넘겨서 학습에 활용할 수 있다.

다음으로, 체계화란 마인드맵, 개요, 책의 목록처럼 학습한 내용을 큰 가치를 중심으로 정리해 나가는 것을 말한다. 본 웹 사이트는 이 중 학습에 가장 보편적으로 사용되는 방식인 마인드맵을 선택하였다. 플래시 카드를 마인드맵으로 변환하기 위해서는 플래시카드의 구조 또한 마인드맵과 마찬가지로 큰 가치부터 작은 가치로 뻗어나가는 형태가 되어야 한다. 이를 구현하기 위해 Directory-File 구조를 참고하였다. Directory-File 구조란 폴더와 파일을 계층적인 방식으로 구성하는 방식으로, 일반적으로 폴더 안에 하위 폴더 또는 파일을 포함할 수 있는 구조를 말한다. 이를 기술적으로 구현하기 위해 객체지향 디자인 패턴 중 합성 패턴(Composite

Pattern)을 활용하였다.

합성 패턴(Composite Pattern)이란, 객체들의 관계를 트리 구조로 구성하여 부분-전체 계층을 표현하는 패턴으로, 사용자가 단일 객체와 복합 객체 모두 동일하게 다루도록 하는 방식을 일컫는다[9]. 해당 디자인 패턴을 본 웹 사이트에 적용한 모습은 그림 3과 같다. Node는 Card와 Cardset이 공통적으로 사용하는 인터페이스이다. Card는 단일 객체로, 자식이 없고 Node의 객체 동작을 정의한다. Cardset은 복합 객체로, 자식 Node들을 저장하고 Node 인터페이스에서 자식과 관련된 작업을 정의한다. 따라서 단일 객체인 Card, 다수의 단일 객체를 참조하여 일대다 관계를 형성하는 복합 객체인 Cardset으로 구성되는 합성 패턴을 사용하여 사용자가 Card와 Cardset을 동일하게 취급할 수 있도록 구현하였다.

그 결과, 그림 4와 같이 학습자는 플래시 카드를 마인드맵으로 변환하여 지식의 깊이(depth)를 필요한 만큼 계속해서 확장해 나갈 수 있고 이를 한눈에 체계화하여 정리할 수 있다. 마지막으로, 메타인지란 자신이 알고 있는 것에 대해 자각하고 이를 조절하고 통제하는 자기성찰능력을 말한다. 학습자가 스스로 어떠한 지식을 더 잘 알고 있고, 어떠한 지식을 잘 모르는지에 대해 자각하는 것을 돕기 위해, 학습자의 인지적인 부담을 줄이면서 직관적으로 파악하기 쉬운 ‘색상’을 활용하였다.

그림 5와 같이 플래시 카드를 마인드맵으로 변환 시, 학습자의 학습진행도에 따라 마인드맵의 색상이 달라진다. 이때,

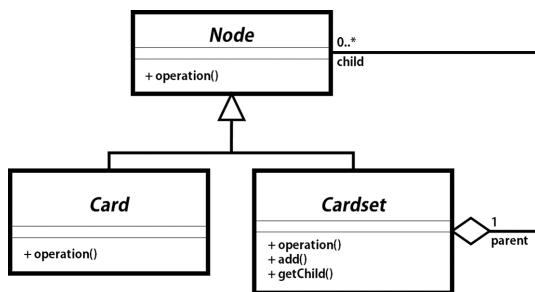


그림 3. 합성 패턴
Fig. 3. Composite pattern.

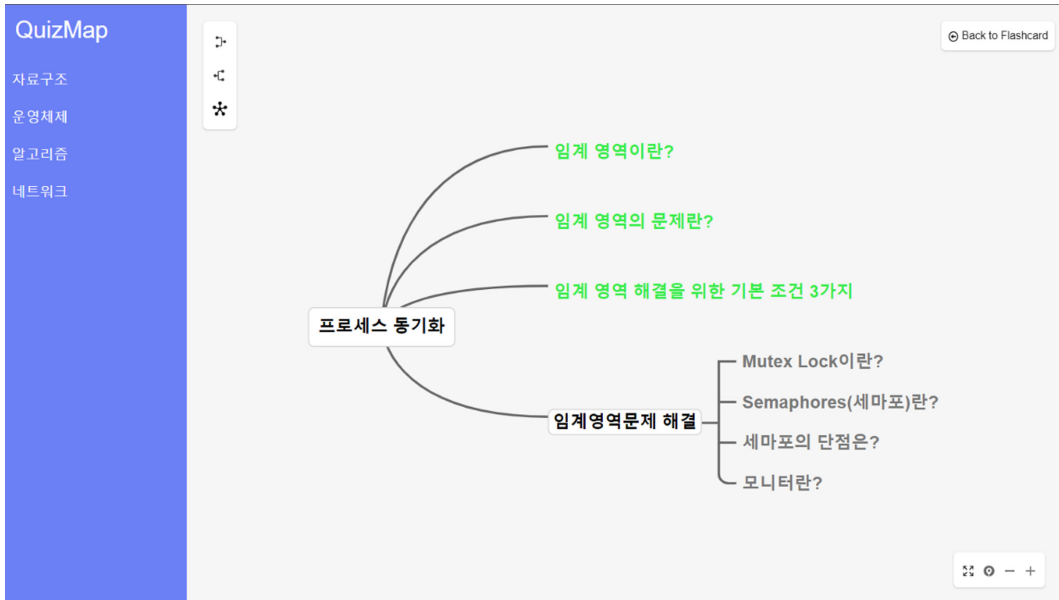


그림 4. 플래시 카드를 마인드맵으로 변환한 결과

Fig. 4. Flash card converted to mind-map.

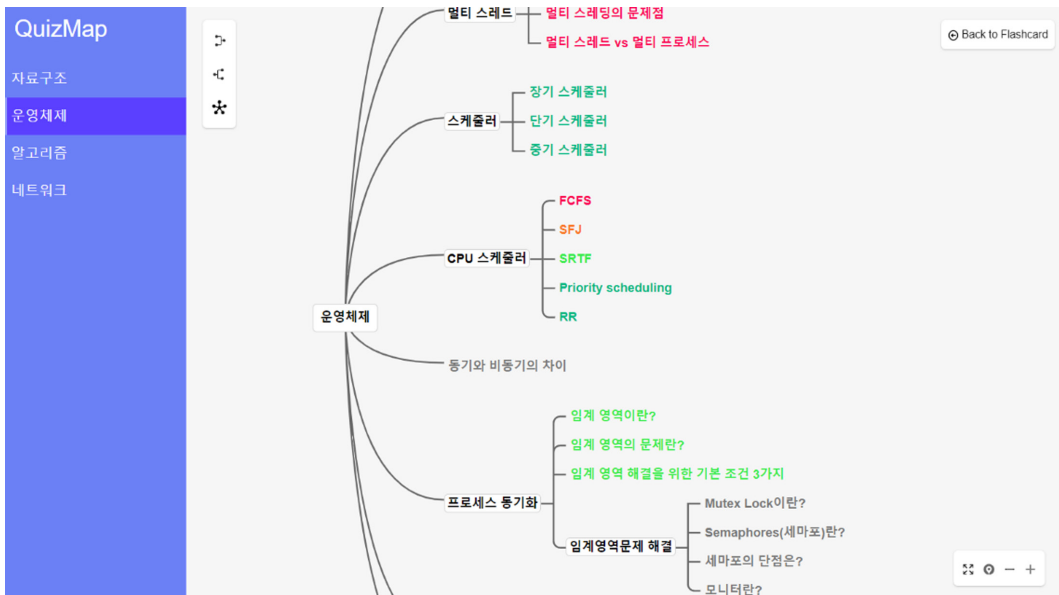


그림 5. 메타인지를 적용한 결과

Fig. 5. Result of applying Metacognition.

표 1에서와 같이 학습자가 잘 모르고 있는 내용은 ‘빨간색’에 가깝게, 학습자가 잘 알고 있는 내용은 ‘초록색’에 가깝게 표시하고, 학습한 적이 없는 내용은 회색으로 표시한다. 따라서 학습자는 자신이 어떠한 지식을 잘 알고 모르는지에 대해 쉽게 자각할 수 있게 된다.

학습진행도를 판단하기 위해 본 웹사이트를 구현하며 잠정적으로 택한 방식은 표 1에서 확인할 수 있듯이, 학습자가 가장 최근에 학습할 때 몇 번의 시도(try)를 통해 해당 플래시 카드를 통과 했는지에 대한 정보를 바탕으로 판단하였다. 하지만 해당 방식의 문제점은 가장 마지막으로 학습했을 때의

표 1. 학습진행도 별 색상표

Table 1. Color table by learning progress

시도 횟수(try)	학습진행도	색상
1	완전히 외움	초록
2	거의 외움	연두
3~4	학습이 필요함	주황
5~	학습이 많이 필요함	빨강
0	학습하지 않음	회색

시도 횟수만 고려할 뿐, 학습자의 학습 일시는 고려하지 않았다는 점이다. 일반적으로는 기억을 유지하려는 시도가 없을 때 정보가 시간이 지남에 따라 손실되는 정도가 커지므로 학습자의 학습 일시에 따른 학습 간격까지 고려해야 더욱 정확한 학습진행도를 판단할 수 있다. 그러나, 학습진행도의 일치 문제는 장기적으로 딥 러닝 학습을 통한 학습진행도 예측을 통해서 해결할 수 있을 것이다. 학습자들이 각 카드를 학습하는 주기와 각 카드의 난이도를 분석하면, 학습 후 10분 후부터 망각이 시작되며 1시간 뒤에는 50%, 하루가 지나면 70%, 한 달 뒤에는 80%를 망각하게 된다고 주장했던 에빙하우스의 망각 곡선과 같이 학습자의 학습진행도에도 유의미한 패턴이 나타날 것이다[10].

딥 러닝 모델을 학습시키기 위한 훈련 데이터들은 그림 6과 같다. 본 논문에서는 각각의 훈련 데이터를 ‘학습 로그’로 정의하였다. 학습 로그를 구성하는 정보에는 다음과 같이 학습 로그를 식별하는 id, 학습 일시에 해당하는 learning_date_time, 한 라운드에서 해당 플래시 카드를 맞출 때까지 시도한 횟수인 try_count, 플래시 카드를 식별하는 owner_card_id가 있다.

예를 들어서 owner_card_id가 5300인 플래시 카드에 대한 데이터가 위의 표 2와 같이 첫번째 학습 시에는 7번의 시도에 맞춘 카드를, 2일 후에는 4번만에, 그 다음 4일 후에는 2번만에, 그 다음 2일 뒤에는 1번만에 맞춘 카드가 있다고 가정했을 때, 해당 카드의 데이터를 분석하면 다음과 같은 결과를 추출할 수 있다.

표 2. 동일 카드에 대한 훈련 데이터 예시

Table 2. Example of training data for the same card

id	learning_date_time	try_count	owner_card_id
10000	2022-07-01 12:00:00	7	5300
10001	2022-07-03 12:00:00	4	5300
10002	2022-07-07 12:00:00	2	5300
10003	2022-07-09 12:00:00	1	5300

표 3. 훈련 데이터로부터 추출한 학습 경향성

Table 3. Learning trends extracted from training data

owner_card_id	가장 마지막 학습 시 시도 횟수(try_count)	학습 간격	다음 학습에서의 시도 횟수(try_count)
5300	7	48h	4
5300	4	96h	2
5300	2	48h	1

표 4. 딥 러닝 모델의 학습진행도 예측 결과 예시

Table 4. Example of prediction of learning progress of deep learning model

owner_card_id	가장 마지막 학습 시 시도 횟수(try_count)	학습 간격	예측한 시도 횟수(try_count)	판단한 학습진행도
6800	7	48 h	? → 4	학습이 필요함(주황)
6800	4	96 h	? → 2	거의 외움(연두)
6800	2	48 h	? → 1	완전히 외움(초록)

딥 러닝 모델은 입력된 훈련 데이터를 바탕으로 표 3과 같이 가장 마지막 시도 횟수(try_count)와 학습 간격, 그리고 다음 학습에서의 시도 횟수(try_count) 사이의 관계를 분석한다. 따라서 딥 러닝 모델이 표 2와 유사한 대량의 훈련 데이터를 충분히 학습했다고 가정한 상태에서, 학습한 데이터와 유사한 데이터가 새로 주어졌을 때 다음과 같이 학습진행도를 판단할 수 있음을 예측해볼 수 있다.

id	learning_date_time	try_count	owner_card_id
5237	5321 2022-07-01 19:44:00	1	348
5238	5322 2022-07-01 19:44:00	1	350
5239	5323 2022-07-01 19:44:00	1	351
5240	5324 2022-07-01 19:44:00	1	352
5241	5325 2022-07-01 19:44:00	1	354

그림 6. 딥 러닝 훈련 데이터 예시

Fig. 6. Example of deep learning training data.

즉, 표 4와 같이 학습 간격과 시도 횟수 사이의 경향성을 분석하여 다음 번 학습 시의 시도 횟수(try_count)를 예측할 수 있고, 이에 따라 해당 플래시 카드의 학습진행도를 실시간으로 판단할 수 있게 된다.

따라서 본 웹 서비스는 딥 러닝 모델 구축을 위해 학습자들이 각 카드를 학습할 때마다 학습 일시와 통과하기까지 걸린 시도 횟수를 기록한 학습 로그를 데이터베이스에 저장한다. 그 후 학습 로그 간의 패턴을 학습하고 학습한 패턴을 통해 향후에 보다 정확하게 학습진행도를 판단할 수 있다. 하지만 이를 위해서는 충분한 양의 학습 로그 데이터가 필요하다. 따라서 웹 서비스 초기 단계에서는 잠정적으로 가장 마지막 학습에서의 시도 횟수(try)만을 기준으로 학습진행도를 판단하되, 충분한 학습 로그 데이터가 쌓이면 수집한 학습 로그 데이터를 통해 딥 러닝 모델을 구현하여 학습자들의 실제로 느끼는 학습진행도와 본 웹사이트에서 제시하는 학습진행도간의 간극을 최대한 좁힐 수 있을 것이라 예상된다.

V. 학습 적용 결과

웹 사이트 개발을 완료하고 5주 간 베타 서비스를 운영한 후에, 실제 사용자들을 대상으로 서비스에 대한 만족도를 조사하고 피드백을 수집하였다. 만족도 조사에 사용된 모든 문항들은 1~5점으로 점수를 부여하는 5점 척도를 사용하였다.

A. 웹 사이트에 대한 전반적인 만족도

학습자들을 대상으로 웹 사이트를 실제 학습에 활용했을 때의 효과 및 웹 사이트의 기능들이 전반적으로 사용하기에 쉽고 편리 한지에 대한 문항들로 구성하였다. 설문 결과, 표 5와 같이 학습자들의 웹 사이트 사용 경험 및 학습에서의 활용 경험이 대부분 긍정적임을 확인하였다.

표 5. 웹 사이트 전반에 대한 만족도 설문 문항 및 결과

Table 5. Questionnaires and results for the overall website satisfaction

문항	평균
웹 사이트를 활용한 학습의 전반적인 만족도	4.25
웹 사이트를 활용했을 때 학습에 대한 흥미가 높아졌다.	4.25
웹 사이트를 활용했을 때 학습 시간이 단축되었다.	4.00
웹 사이트를 활용했을 때 성적 향상에 도움이 되었다.	4.25
웹 사이트의 기능들은 사용하기 쉽고 이해가 잘 된다.	4.50
정식 서비스를 출시했을 때 사용할 의향이 있다.	4.50

표 6. 세부 기능들에 대한 만족도 설문 문항 및 결과

Table 6. Satisfaction questionnaire and results for detailed functions

문항	평균
플래시 카드 기반의 학습법은 학습에 효과적이다.	4.25
플래시 카드를 마인드맵으로 변환해주는 기능은 학습에 효과적이다.	4.75
학습진행도를 색깔로 표시해주는 기능을 학습에 효과적이다.	4.75
웹 사이트에서 제공하는 학습진행도를 신뢰할 수 있다.	3.75

B. 웹 사이트의 세부 기능들에 대한 만족도

다음으로는 인출, 체계화, 메타인지, 다음 3가지 기능들에 대한 학습자들의 만족도를 조사하였다. 그 결과, 표 6과 같이 각 기능들에 대한 만족도는 전반적으로 높은 점수를 받았다. 그 중 특히 체계화 기능과 메타인지 기능이 4.75로 높은 점수를 받았다. 다만, 앞서 예상했듯이 실제로 학습자가 느끼는 학습진행도와 웹 사이트에서 판단한 학습진행도에 차이가 있어서 학습진행도의 신뢰도 측면에서는 점수가 3점대보다 낮은 것을 확인할 수 있다. 그러나 이는 추후 충분히 학습된 딥 러닝 모델을 통해 해결할 수 있을 것이다.

VI. 결론

본 논문을 통해 기대하는 효과는 학습자들의 효율적인 학습이다. 효과적인 학습을 위해서는 내가 기록한 지식을 '체계화'하고, 동시에 내가 무엇을 알고 무엇을 모르는지를 '인지'하여 내가 알고 있는 내용을 '인출'할 수 있어야 한다. 한편, 본 웹사이트를 통해 인출 기능, 체계화, 메타인지 시각화를 기반으로 한 기능들을 동시에 사용함으로써 학습자는 자신이 아는 것과 모르는 것, 각 지식에 대해 학습 진행 정도를 한눈에 구분할 수 있게 된다. 따라서 자신이 이미 잘 알고 있는 것은 학습량을 줄이고, 잘 모르는 부분에 대해서는 학습을 추가적으로 진행할 수 있다. 또한, 체계화된 학습 세트를 학습함으로써 학습한 지식들을 일목요연하게 정리 및 기억할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 학습자가 실제로 느끼는 학습진행도와 본 웹사이트가 제시하는 학습진행도가 완전히 일치하지는 않는다는 점에서는 아쉬움이 있다. 하지만 추후 충분한 학습 로그 데이터셋을 기반으로 한 딥 러닝 모델을 본 웹사이트에 적용하면 더 향상된 정확도를 기대할 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2021R111A3057800) 과제 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- [1] H. J. Lee, "Design and implementation of an app for secondary english teacher recruitment exams: based on brain memory and information processing mechanisms," *Journal of Learner Centered Curriculum and Instruction*, vol. 20, no. 22, pp. 233-251, 2022.
- [2] P. C. Brown, H. L. Roediger, and M. A. McDaniel, *Make It Stick: The Science of Successful Learning*, Belknap Press, 2014.
- [3] G. V. D. Broek, A. Takashima, E. Segers, G. Fernández, and L. Verhoeven, "Neural correlates of testing effects in vocabulary learning," *Neuroimage*, vol. 78, pp. 94-102, 2013.
- [4] J. Jeong, "The dunning-kruger effect of self-assessment on korean language learners' speaking ability," *Journal of Language Sciences*, vol. 28, no. 1, pp. 231-250, 2021.
- [5] E. Y. Kim, "The effect of retrieval practice on learning strategy and academic achievement," *The Journal of Research in Education*, vol. 29, no. 1, pp. 69-85, 2016.
- [6] M. S. Lee, S. J. Kim, H. R. Han, and Y. K. Kwon, "Effectiveness of mind map utilization: focusing on qualitative analysis of creative thinking, memory, and academic self-efficacy," *The Journal of the Korean Society for Gifted and Talented*, vol. 18, no. 3, pp. 5-25, 2019.
- [7] M. B. Shim and S. D. Lee, "Differences in effects of home environment, metacognition on the creative ability between gifted students and general students," *The Journal of Creativity Education*, vol. 17, no. 1, pp. 27-46, 2017.
- [8] H. R. Cho, "Brain-scientific understanding of the meta-cognitive strategies and their applications to the teaching and learning," M. S. dissertation, Seoul National University of Education, 2017.
- [9] E. Gamma, R. Helm, and R. Johnson, "Design patterns," Addison-Wesley Professional, 1995.
- [10] S. J. Lee, D. H. Shin, and C. H. Kim, "design and implementation of english words learning system using hermann Ebbinghaus's forgetting curve," *Proceedings of the Korean Information Science Society Conference*, vol. 2015, no. 6, pp. 2022-2024, 2015.



이 현 준 (Hyun-June Lee)_학생회원

2015년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 학사과정
<관심분야> 웹 프로그래밍



빈 기 범 (Gi-Bum Bean)_학생회원

2016년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 학사과정
<관심분야> 실감형 콘텐츠 개발



김 은 서 (Eun-Seo Kim)_학생회원

2019년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 학사과정
<관심분야> 웹 프로그래밍



문 일 영 (Il-young Moon)_종신회원

2005년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 공학박사
2005년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 교수
<관심분야> AI, 무선인터넷 응용, 무선 인터넷, 모바일IP 등