

외재적 인지부하 이론에 기반한 디자인 전략 연구

학습 콘텐츠의 학습 효율성을 중심으로

Research on Design Strategy Based on Extraneous Cognitive Load Theory

Focusing on learning efficiency of learning content

주 저 자 : 장초학 (Zhang, Qiao He)

동의대학교 산업디자인학과 박사과정

교 신 저 자 양재범 (Yang, Jae Bum)

동의대학교 산업디자인학과 교수

jbyang@deu.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kids.2020.4.309>

접수일자 2020. 11. 25. / 심사완료일자 2020. 12. 24. / 게재확정일자 2020. 12. 25.

Abstract

In the era of Post-COVID-19, the "Face-to-Face" teaching mode has changed to "Non-Face-to-Face" teaching, with less learning communication between students and teachers and between students. It is increasingly common for students to "teach themselves" at home. In the case of "Self-study", the study of improving learning efficiency through designing strategies becomes very important. This study is based on this situation. The research method of this paper is to divide the learning content into "Traditional Learning Content" and "design strategy learning content". At the same time, 2 groups of different types of learning content were randomly distributed to 2 groups of experimental subjects for experiment. The feasibility and applicability of the design strategy in this study were analyzed through the differences between the two groups of experiments. It mainly takes the visual design strategy of "Learning Content" as the research object. Based on external cognitive load theory, this paper develops a visual design strategy to improve learning efficiency by combining user experience model, design principles of knowledge visualization, and specific design methods. In this paper, spatial ability is added as an influence variable of learning efficiency to investigate the relationship between variables. In this study, SPSS20.0 software was used to demonstrate the feasibility of design strategies in two stages. In the first stage, students were asked to read "design strategy learning content" and fill in a questionnaire to test the impact of design strategies on users' reading experience. The second phase of the experiment: compare different types of "Learning Content" experiments to examine the impact of design strategies on cognition and memory (Learning Efficiency). Conclusions of this study: First, the design strategy of this study improved students' reading experience of learning content. Second, designing strategies can improve students' learning efficiency. Thirdly, students with strong spatial ability have better learning effect when they use "Design Strategy-based Learning Content". Through experimental analysis, in the visual design of learning content, the use of design strategies can improve learning efficiency. At the same time, it is suggested that students strengthen the training of sense of space in the daily learning process to assist the improvement of learning efficiency. This paper combines cognitive load theory with visual design, providing a new direction for "learning content" design.

Keyword

Extraneous Cognitive Load(외재적 인지부하), Design Strategy(디자인 전략), User Experience(사용자 경험), Knowledge Visualization(지식 시각화), Spatial Ability(공간 능력)

요약

포스트 코로나(POST-COVID-19) 시대에서는 '대면' 수업방식이 '비대면' 수업으로 전환되면서 학습자와 교사, 학습자와 학습자 간의 학습 교류가 감소하였으며, 이로 인해 학습자들이 집에서 독학하는 현상이 갈수록 보편화되고 있다. 이에 따라 디자인 전략을 통해 학습의 학습 효율을 향상시키는 연구가 중요해졌으며, 본 연구에서는 이러한 상황에 기초해 연구하였다. 본 논문에서는 학습 콘텐츠를 전통적인 형식의 학습 콘텐츠와 디자인 전략 형식의 학습 콘텐츠로 구분하였으며, 두 팀의 실험 대상자들에게 서로 다른 2가지 유형의 학습 콘텐츠를 무작위로 나눠 실험하였다. 그리하여 두 팀의 실험 차이를 비교해 본 연구에서의 디자인 전략에 대한 실행 가능성과 적용성을 분석하였다. 본 논문에서는 주로 학습 콘텐츠의 시각적 디자인 전략을 연구 대상으로 하였으며, 외재적 인지부하 이론에 기반하여 사용자의 경험 모델, 지식 시각화의 디자인 원칙 및 구체적인 디자인 방법 등을 결합해 학습의 효율성을 향상시키는 시각적 디자인 전략을 개발하였다. 이에 따라 본 논문에서는 공간 능력을 학습 효율에 영향을 미치는 변수로

삼아 그 변수 간의 관계를 고찰하였으며, SPSS 20.0 소프트웨어를 이용해 디자인 전략의 실행 가능성에 대한 2단계의 실험 논증을 진행하였다. 1단계의 실험은 학생들이 디자인 전략형 학습 콘텐츠를 읽고 설문지를 작성하도록 하였으며, 디자인 전략이 사용자들의 열독에 미치는 영향을 검사하였다. 2단계 실험은 유형별 학습 콘텐츠를 비교해 디자인 전략이 인식과 기억(학습 효율)에 미치는 영향을 검사하였다. 본 논문의 연구 결론: 첫째, 본 연구의 디자인 전략을 통해 학생들의 학습 콘텐츠에 대한 열독 경험을 개선시켰으며, 둘째는 디자인 전략을 통해 학생들의 학습 효율을 향상시켰다. 셋째는 공간능력이 뛰어난 학생이 디자인 전략형 학습 콘텐츠를 사용할 때, 그 학습효과가 더욱 컸으며, 실험 분석을 통해 학습 콘텐츠의 시각적 디자인에서 디자인 전략을 사용하면 학습 효율을 향상시킬 수 있었다. 이와 동시에 본 논문에서는 학생들이 일상적인 학습과정에서 공간적인 훈련을 강화해 학습 효율성을 향상시킬 것을 제안하며, 본 논문에서는 인지부하 이론과 시각적 디자인을 결합해 학습 콘텐츠 디자인의 새로운 방향을 제시하였다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 내용 및 연구 방법

2. 이론적 배경

- 2-1. 외재적 인지부하 이론
- 2-2. 학습 콘텐츠의 개요 및 특징
- 2-3. 사용자 체험 및 지식 시각화
- 2-4. 공간 능력

2-5. 외재적 인지부하의 디자인 전략

3. 실험

- 3-1. 실험의 목적 및 실험 모형
- 3-2. 실험 내용 및 방법
- 3-3. 실험 결과 분석

4. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구 배경 및 목적

코로나19 이전 시대에 학교의 교육 모델은 대면 수업 방식을 채택하였으며, 교사는 주로 교실에서 수업하고 학습자들은 수동적으로 지식을 획득하는 것이 일반적이었다. 그리하여 교사의 교육 수준은 학생들의 학습 효율에 있어 매우 중요한 역할을 하였지만 코로나-19 시대가 도래함에 따라 전통적인 교육 모델은 커다란 변화가 생겨 비대면 방식을 실시하게 되었다. 이에 따라 교사는 원격수업에 중점을 두어 교사의 교육 방식과 학습자의 학습방식에는 공간적인 분리 현상이 발생해 학습자와 교사, 학습자와 학습자 간의 의사소통을 감소시켰다. 그러므로 학습자가 자기주도학습을 통해 학습의 효율성을 향상시키는 것은 학습 효과에 있어 매우 중요한 영향을 미치는 요소로 부각되었다. 본 논문에서는 학습자가 자기주도학습을 하는 경우 외재적

인지부하 이론을 바탕으로 한 디자인 전략을 통해 학습의 효율성을 제고시키는 것이 매우 중요하다고 여긴다. 본 연구의 목적은 외재적 인지부하 이론을 바탕으로 사용자 경험 모델, 지식의 시각화 디자인 원리 및 구체적인 디자인 기법을 결합한 지식의 시각화 디자인 전략을 제시하는 동시에 디자인 전략을 학습 콘텐츠에 적용해 학습 효율성을 향상시키는 것이다.

1-2. 연구 내용 및 연구 방법

본 연구 내용은 외재적 인지부하 이론을 바탕으로 디자인 전략을 수립하였으며, 디자인 전략이 학습자의 열독 경험에 미치는 영향을 검증하기 위해 학습자들은 디자인 전략이 적용된 학습 콘텐츠를 읽고 설문지를 작성한다. 그리하여 학습자들에게 기존의 학습 콘텐츠와 디자인 전략이 적용된 학습 콘텐츠를 배포한 후 인지 및 기억에 대한 디자인 전략의 영향 즉, 학습 효율

성을 검증하기 위해 두 번째 단계의 설문 조사를 실시하였다. 이는 외재적 인지부하 디자인 전략의 실행 가능성을 입증하는 것이며, 본 논문에서는 문헌 연구를 통해 모델을 구축하고 데이터 수집 후 SPSS20.0 소프트웨어를 사용해 각 변수의 차이를 나타내었다. 이러한 데이터 분석 결과, 디자인 전략이 적용된 학습 콘텐츠는 학습자의 열독 경험을 향상시킬 수 있었으며, 디자인 전략이 학습 콘텐츠의 인지 및 기억 즉, 학습의 효율성을 제고시킬 수 있다는 결과가 나타났다.

2. 이론적 배경

2-1. 외재적 인지부하 이론

외재적 인지부하(Extraneous Cognitive Load) 이론은 무효 인지부하(Invalid Cognitive Load) 이론이라고도 부르며, 이는 학습 자료의 구성 및 표현방식과 관련이 있다. 본 논문의 연구 목표는 외재적 인지부하를 감소시키고 학습의 효율성을 향상시키는 것으로 학습자의 지식 습득을 위해 교사가 간접적인 학습 활동을 요구할 경우 외재적 인지부하가 발생해 학습에 부정적인 영향을 미치는 것으로 드러났다. 또한 수많은 연구 결과에 따르면 인지 처리와 관련된 교육 과정에 있어 많은 학습 콘텐츠는 학습의 효율성을 향상시키는 데 직접적인 도움이 되지 않으며 심지어는 학습을 방해하는 요소가 된다고 하였다. 예를 들어 인터넷을 통해 목표 정보를 검색할 경우 일반적으로 대량의 그림과 문자가 나타나 혼란을 일으키고 정확한 목표 정보를 검색하는 데 있어 많은 시간을 소비하는 것이 있다.

외재적 인지부하를 감소시키는 것은 학습자가 학습 목표와 관련성이 없는 정보를 줄이는 것으로 중복된 정보를 줄여 최종적인 학습 목표를 쉽게 얻을 수 있는 학습 콘텐츠를 제시하는 것을 의미한다. 한편 외재적 인지부하는 자료의 구성과 표현방식에서 비롯된 것이지만 차이가 존재하며, 이는 예를 들어 학습 목표와 관련이 없는 자료로 인해 발생한 인지부하와 학습 내용의 무질서한 배열로 인해 발생한 인지부하로 학습자는 학습 목표를 달성하기 위해 수많은 시간을 소모하게 된다. 이에 따라 본 논문에서는 인지부하를 감소시키기 위해 외재적 인지부하 이론을 기반으로 한 구체적인 방법을 다음과 같이 제시하였다.

첫째는 도표를 사용하는 것으로 학습 콘텐츠에 도표를 사용하는 것은 외재적 인지부하를 감소시키기 위한 효과적인 방법이라 할 수 있다(Carlson,2003).¹⁾ 그리

하여 도표 사용의 목적은 공간 관계 및 공간 처리 작업의 학습 요소를 제시하는 것이며, 도표에 순서대로 배열돼 있는 것을 비교대조해 볼 수 있을 뿐만 아니라 모든 시각적 요소를 한눈에 볼 수 있는 것으로 시각적 검색을 줄일 수 있다는 점에서 절대적인 장점이다. 게다가 도표는 외부 표현(External Manifestation)을 제공함으로써 많은 참조 정보가 필요없으며, 라킨(Larkin,1987)²⁾에 따르면 도표를 사용하는 방법은 공간적 관계를 제시함으로써 학습자가 학습 콘텐츠를 더욱 깊이 이해하는 데 도움이 된다고 전했다.

둘째는 주의력 분열 방지(Attention Splitting)로 주의력 분열은 학습자가 다양한 정보를 획득하는 동시에 이를 가공처리할 때 발생하는 것으로 주의력 분열에 대한 해결 방법은 공간성의 원리에 찾을 수 있다.³⁾ 타르미지(Tarmizi,1988)⁴⁾ 등의 연구에서는 공간의 근접성 원리 대신에 주의력 분열이라는 용어를 사용하였으며, 예를 들어 학습 콘텐츠에 도표의 예시가 많고 기존의 표현 방식은 외재적 인지부하가 높은 상황에서 야기된다고 하였다. 그 이유는 전통적인 방법은 학습자들이 지식 간의 연결성을 모색하고 이러한 지식은 학습 콘텐츠의 레이아웃 공간에서 분리되기 때문이다. 이에 따라 전통적인 표현 방법은 학습자가 초기 이해 수준에 도달하기 위해 도표와 그 정보에 대한 심리적인 통합(Psychological integration)을 수행하고 학습 콘텐츠의 예시는 도표와 관련된 정보를 근접시켜 학습자의 성적을 전통적인 표현 방법보다 높일 수 있다.

셋째는 중복된 자료의 회피로 이는 동일한 정보를 다른 방식으로 표현하거나 주제와 무관한 정보를 나타내는 것을 말한다(Sweller,2005).⁵⁾ 이어 관심도를 높

1) Carlson, Robert, Paul Chandler, and John Sweller. "Learning and understanding science instructional material." *Journal of educational psychology*, 2003. Vol.95, No.3, p.629.

2) Larkin, Jill H, and Herbert A. Simon. "Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words." *Cognitive science*. 1987. p.65-100.

3) 류지현, 신아람. "초등학교 과학 교과의 절차과제에서 글과 그림을 활용한 학습자료가 학습성취와 인지부하에 미치는 영향." *교육방법연구*, 2018, p. 261-282.

4) Tarmizi, Rohani A, and John Sweller. "Guidance during mathematical problem solving." *Journal of educational psychology*, 1988, p.424.

5) Sweller, John. "The Redundancy Principle in Multimedia Learning." In: R.B Mayer, Editor, *The*

이기 위해 글과 그림을 추가하는 것은 매력적 세부사항(Details of Attractiveness)이라고 하며, 이는 주제와 관련 있지만 학습 목표와는 무관하다. 이처럼 매력적 세부사항은 학습자의 관심을 높일 수 있지만 학습자의 인지에는 영향을 미치지 않는 것으로 연구 결과에 따르면 학습 콘텐츠에 중복된 자료를 제시하면 인지 수준이 낮아지고 학습 효과를 떨어뜨린다고 하였다. 그러나 중복된 문구 예시 뒤에 도표를 나타내거나 도표 설명 뒤에 문구를 표시하면 학습을 촉진시킬 수 있다고 하였다(Jamet).⁶⁾

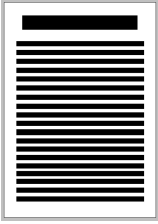
2-2 학습 콘텐츠의 개요 및 특징

학습 콘텐츠는 교과과정에 있어 가장 중요한 구성요소로 코로나19 시대에 들어서면서 교육 모델은 이미 '교육과정의 모델'에서 '자기주도학습의 모델'로 바뀌었다. 전통적인 교육에 있어 교사는 주로 교실에서 수업하였으며, 학습 콘텐츠는 단지 교사의 수업을 보조하는 도구일 뿐이었다. 그리하여 학습 콘텐츠에서의 지식은 가장 주요한 관심사가 되었지만 학습 콘텐츠에서 지식을 어떻게 획득하는지에 대한 과정은 간과되고 있다. 이 뿐만 아니라 전통적인 교육과정에서 교사는 학습 콘텐츠의 시각적 표현 형식을 소홀히 하였으며, 오늘날 코로나19 시대에 학생들은 교실에서 학습할 수 없게 되어 비대면 방식으로 학습하게 되었다. 이로 인해 학생들은 자기주도적인 학습을 통해 지식을 획득해야 하는 것으로 학습 콘텐츠의 시각적 디자인을 통해 학습자가 지식을 획득할 수 있는 효율성을 향상시키는 것이 중요해졌다.

디자인학과의 학습 콘텐츠의 경우 학습 콘텐츠의 고난이도와 쉬운 유형은 표현 형식에 따라 크게 2가지로 분류되는데 첫 번째 유형은 문자를 위주로 한 학습 콘텐츠이며, [표 1] 이는 학생들이 문자 내용을 가공하고 인지해 지식에 대한 기억을 형성하도록 한다. 그리하여 이러한 특징은 기본적인 디자인 지식의 개념을 묘사한 것으로 표현 유형은 추상적인 형식이기 때문에 문자를 위주로 한 학습 콘텐츠이며, 이는 고난이도 유형의 학습 콘텐츠에 속한다. [표 2] 또 다른 유형은 그래프를

위주로 한 학습 콘텐츠이며, 이는 그래프를 응용해 지식을 해석하는 것으로 학생들의 이해와 기억을 도와준다. 그리하여 이는 도식화된 디자인 사고와 디자인 기법에 관련된 지식을 제공하는 것이 특징이며, 표현 유형은 이미지형이다. 따라서 그래프를 위주로 한 학습 콘텐츠는 쉬운 유형의 학습 콘텐츠에 속하는 것으로 선행연구에서는 전통적인 학습 콘텐츠의 사례를 분석하는 연구가 주를 이룬다. 또한 디자인학과의 학습 콘텐츠는 디자인 분석이나 모델 개발, 개선 방안 등을 제시하는 연구가 비교적 적다는 점에서 해당 연구가 지니고 있는 의미는 매우 크다고 볼 수 있다.

[표 1] 고난이도 유형 학습콘텐츠의 특성

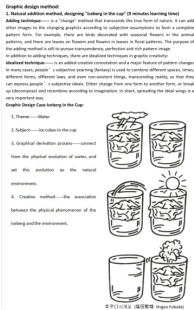
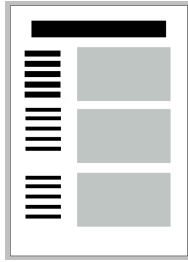
고난이도 유형 학습 콘텐츠의 특성
학습 장애
텍스트 유형 : 기본 디자인 이론

본 연구에서 사용된 전통적인 학습콘텐츠 디자인 역사, 요약
주로 텍스트

[표 2] 저난도 학습 콘텐츠의 특성

쉬운 학습 콘텐츠의 특성
학습 쉬운
그래픽 유형 : 디자인 원리, 기술

Cambridge handbook of multimedia learning,
Cambridge University Press, Cambridge, 2005,
p.159-168.

6) Jamet, Eric, and Olivier Le Bohec. "The effect of redundant text in multimedia instruction." Contemporary Educational Psychology, 2007. Vol32, No.4, p.588-598.



본 연구에서 사용한 전통적인 학습콘텐츠
기초 디자인 방법의 사례
주로 도형

2-3. 사용자 경험 및 지식 시각화

2-3.1 사용자 경험

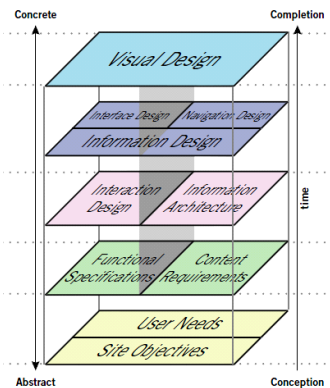
본 연구는 외재적 인지부하 이론을 기반으로 한 디자인 전략 연구로서 적용 대상은 학생이며, 학습 콘텐츠 디자인의 측면에 있어 사용자 경험 모형을 통해 외재적 인지부하 디자인 전략의 적용성을 향상시켰다. 따라서 본 연구의 내용은 학생을 사용자 경험 대상으로 설정해 이에 관한 디자인 전략을 제안하는 것이다.

사용자 경험 디자인은 애플리케이션 디자인, 웹 사이트 디자인 등 공업 디자인, 시각 디자인, 서적 디자인, 공공서비스 행위에 대한 연구를 포함한다. 그리하여 이는 즉, 인터랙티브 디자인, 정보 구조, 사용자 조사 및 기타 과학 영역에서 사용자에게 전달되는 전반적인 경험으로 정의된다.

관련 문헌에 따라 가렛(Garrett)이 제시한 사용자 경험 요소의 모델은 현재 많은 분야에서 사용되고 있으며, 해당 모델은 사용자 경험의 디자인 및 개발 측면에 중점을 두고 있다. 이에 따라 교육 분야의 많은 연구자들은 교육 콘텐츠 디자인에 사용자 경험 디자인 방법을 적용해 좋은 결과를 도출하였다.⁷⁾

7) 윤여경. "UX 디자인 방법론을 적용한 아동용

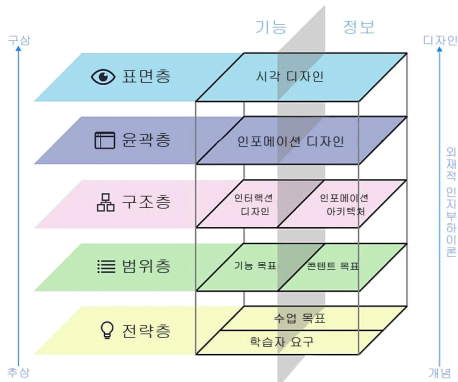
[그림 1] 그리하여 본 논문에서는 가렛(Garrett)이 제시한 사용자 경험 모델을 통해 연구하였으며,⁸⁾ 모델의 구성 요소를 전략층, 범위층, 구조층, 윤곽층, 표면층으로 세분화하고 학습 내용의 특성에 따라 모델을 수정하였다. 한편 특정 분야에는 전문용어가 존재하기 때문에 본 연구에서는 '그래픽 디자인 방법'이라는 교육 특성을 다음과 같이 수정하였다. 첫째, 전략적인 측면에서 사용자 요구 및 사이트 목표를 학습자 요구 및 수업 목표로 수정하였다. 둘째, 범위의 측면에서 기능 요구 사항 및 콘텐츠 요구 사항을 기능 목표 및 콘텐츠 목표로 수정하였다. 셋째, 구조적인 측면에서 인터랙션 디자인 및 인포메이션 아키텍처를 그대로 사용하였다. 넷째, 윤곽적인 측면에서 인포메이션 디자인을 그대로 사용하였지만 인터페이스 디자인 및 내비게이션 디자인에 대해서는 제외시켰으며, 그 이유는 웹 사이트에 관한 제품 디자인은 본 연구 범위에 해당하지 않기 때문이다. 다섯째, 표면층에서는 시각 디자인을 그대로 사용하였다. 본 연구는 사용자 경험 모델을 통해 거시적인 측면에서 외재적 인지부하 디자인 전략에 대해 분석하였으며, 그 목적은 학습자가 학습 콘텐츠에 대해 경험함으로써 외재적 인지부하 디자인 전략의 적용성을 검증하기 위함이다.[그림 2]



[그림 1] 가렛(Garrett)의 사용자 경험 모형

색채교육콘텐츠 개발." 한국상품문화디자인학회 논문집 2019, p.23-32.

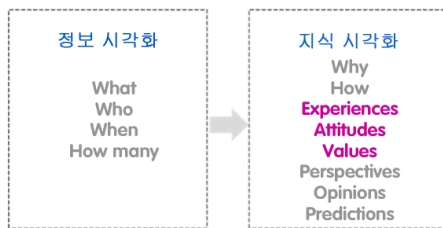
8) Garrett, Jesse James. The elements of user experience: user-centered design for the web and beyond. Pearson Education, 2010, p.29.



[그림 2] 본 연구의 사용자 경험 모형

2-3.2 지식 시각화

지식 시각화란 최소 두 사람 사이에서 지식을 전달 하는데 컴퓨터 혹은 다른 시각화의 기법을 통해 시각적 표현 기법을 사용하는 것은 지식 전달을 효과적으로 증진시킬 수 있다. 정보 시각화는 이해를 돕기 위해 컴퓨터 자원들을 사용하는 반면, 지식 시각화는 통찰력을 전달하고 새로운 지식 단위를 생성하는 것에 초점을 둔다.⁹⁾



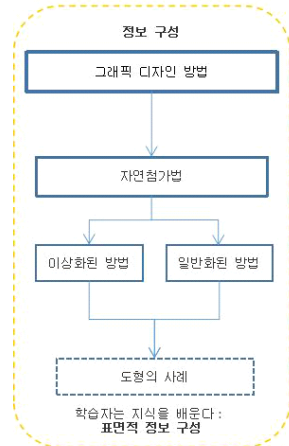
[그림 3] 지식 시각화

또한 지식 시각화는 사실을 전달할 뿐만 아니라 다양한 시각적 수단을 통해 보다 심화된 관점, 태도 통찰력 그리고 경험 등을 보완하고 전달한다. 그러나 정보 시각화와 지식 시각화의 콘텐츠는 차이가 있는데 구체적으로는 다음과 같이 나타내었다. [그림 3]을 보면 지식 시각화는 무엇, 누구를, 언제, 얼마만큼 포함할 뿐만 아니라 경험, 활동, 가치, 관점, 의견, 예측 등도 포함하므로 수신자를 발신자의 의도에 따라 지식을 재구성할 수 있다. (Eppler 2004) ¹⁰⁾또한 외재적 인지부

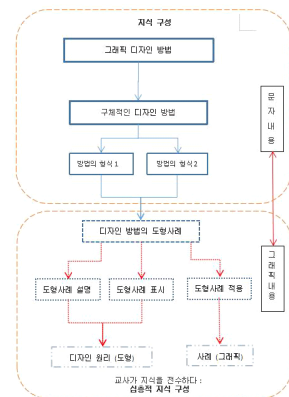
9) <https://www.wikipedia.org/>(접속일:2020.10.01.).

10) Eppler, Martin J. "Visuelle Kommunikation—Der

하 디자인 전략은 학습 콘텐츠에 있는 지식을 시각적 디자인을 통해 학습자에게 효율적으로 전달하기 때문에 본 연구는 지식 시각화의 측면에서 학습 콘텐츠의 디자인에 중점을 두고 연구를 전개하였다.



[그림 4] 얕은층의 정보 구성



[그림 5] 심층적인 정보 구성

본 논문의 연구대상은 사용의 용이성에 해당되는 그래픽 디자인 방법의 학습 콘텐츠로 설정하였으며, [그림 4]에 따라 전통적인 학습 콘텐츠에서 학습자는 그래픽 디자인의 방법, 두 가지 형식의 방법 및 그래프 예제와 같은 표면적 정보 구성만 볼 수 있다. 그러나 [그림 5]는 지식을 전달하는 교사의 관점을 나타낸 것

Einsatz von graphischen Metaphern zur Optimierung des Wissenstransfers." Wissenskommunikation in Organisationen. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. p.13-31.

으로 테스트 내용과 그래프 내용을 포함한 지식을 구축한 것이다. 구체적으로는 첫째, 두 가지 형태의 그래프 디자인 방법에 대한 텍스트 설명이며, 둘째는 두 가지 형태의 그래프 디자인 방법에 대한 해설로 이는 즉, 디자인 원리를 바탕으로 한 그래픽 표현 및 디자인을 응용한 그래픽 표현이다. 따라서 본 연구에서 등장하는 자료의 정보 시각화[그림 4] 및 지식 시각화[그림 5]를 보면 학습자의 지식과 교사가 전달한 지식 간의 차이를 이해할 수 있다. 결론적으로는 디자인 전략을 통해 전통적인 학습 콘텐츠를 토대로 표면적인 정보를 심층적인 지식 구성으로 시각화하는 것이 핵심이라고 볼 수 있다. 이에 따라 지식 시각화는 외재적 인지부하 디자인 전략에 있어 매우 중요한 부분으로 이는 특정 디자인 전략의 지식 구조가 될 수 있다.

[표 3] 지식 시각화 디자인의 원칙

	세부 설명
사용의 용이성	서로 이질적인 요소들끼리의 결합.
명확성	대량의 데이터를 쉽게 인지하기 위해 명확하게 표시해야 함.
정보 구조화	제공된 정보를 논리적으로 구성해야 함.
변수 인지	정보의 관계를 구별하여 나타냄.
상호작용성	커뮤니케이션과 피드백을 유지함.
메타포	정보를 쉽게 이해하기 위해 메타포적 요소를 적용함.

지식 시각화의 외재적 인지부하 디자인 전략은 시각화 디자인의 원칙을 바탕으로 하는 것이 매우 중요하며, [표 3]을 보면 윌슨과 콘웨이(Wilson, Conway)는¹¹⁾ 시각 디자인 원칙을 제시하였는데 본 연구에서는 6가지 디자인 원칙인 사용의 용이성, 명확성, 정보 구조화, 변수 인지, 상호 작용성, 메타포 등으로 나타내었다. 이는 학습 콘텐츠의 디자인에 외재적 인지부하 디자인 전략으로 적용되는 것으로 이러한 6가지의 원칙을 통해 디자인 전략의 사용자 경험 수준을 측정하였다.

2-4. 공간 능력

공간적 능력은 공간에서 물체 간의 관계를 이해하고 제어하는 것으로 (Massa 2015)¹²⁾ 관련 연구에 따르면

11) Wilson M, Conway A. Enhanced interaction styles for user interfaces. IEEE Computer Graphics and Applications, 1991, p.79-90.

12) Massa, Laura J, Richard E. Mayer, and Lisa M. Bohon. "Individual differences in gender role beliefs

공간 능력은 지식의 시각적 표현 능력과 관련이 있음을 발견하였다(Hegarty, 2006)¹³⁾(Seufert, 2017)¹⁴⁾. 게다가 호플러(Höffler, 2010)¹⁵⁾는 공간 능력이 시각화 학습에 미치는 영향에 관한 연구에서 공간 능력이 시각화 학습 과정에 있어 매우 중요한 역할을 한다고 전했다. 이 뿐만 아니라 선행연구에서는 공간 능력이 외재적 인지 부하에 영향을 미치고 시각화 학습과도 관련이 있다고 밝혀 본 연구에서는 공간 능력을 외재적 인지부하 디자인 전략의 영향 요소로 삼았다.

2-5. 외재적 인지부하의 디자인 전략

2-5.1 외재적 인지부하의 디자인 방법

[표 4]의 선행연구에 따르면 외재적 인지부하의 디자인 전략은 학습 효율성을 높이기 위해 사용하는 데 중점을 두었으며, 디자인 방법을 연구하기 위해 외재적 인지부하 이론과 관련된 원칙을 사용하는 것이 디자인 전략의 핵심이라고 볼 수 있다. 외재적 인지부하를 감소시키는 데 있어 중요한 원리는 일관성 원리, 신호 원리, 중복성 원리, 공간 연관성 원리, 완성 문제 원리, 작업 예제 효과 원리 등이 있으며, 이러한 원리에 대한 설명을 통해 관련 원리의 디자인 방법을 다음과 같이 정리하였다. 첫째, 필요하지 않는 그림 및 색상 등을 추가하고 글씨체 및 색상의 변화를 줄인다. 둘째, 서로 다른 색상을 사용해 지식 콘텐츠를 구분하고 다른 글자체, 크기를 사용해 제목을 구분한다. 셋째, 디자인 요소는 텍스트와 그래프의 조합을 포함한다. 넷째, 그리드 시스템 디자인 (Grid System design)을 사용하고 레이아웃 디자인을 통해 텍스트와 그래프를 연결한다. 다섯째, 학습 콘텐츠를 분류하고 다시 레이아웃 디자인을 실시한다. 여섯째, 디자인 요소의 선택은 지식 내용의 설명과 일치해야 하며, 해당 원칙의 디자인

influence spatial ability test performance." Learning and Individual Differences, 2005, p.99-111.

13) Hegarty, Mary, et al. "Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning." Intelligence, 2006, p.151-176.

14) Seufert, Tina, Felix Wagner, and Julia Westphal. "The effects of different levels of disfluency on learning outcomes and cognitive load." Instructional Science, 2017, p.221-238.

15) Höffler, Tim N. "Spatial ability: Its influence on learning with visualizations—a meta-analytic review." Educational psychology review, 2010, p.245-269.

요소는 주로 학습 콘텐츠의 그림을 예시로 한다.

[표 4] 외재적 인지부하의 디자인 방법

	외재적 인지부하 원리의 내용	연구자	본 연구는 원리에 근거하여 총결산한 디자인 방법
일관성 원리 Coherence Principle	흥미롭고 중복된 사진을 제외시킨다. 중복된 단어와 기호를 삭제한다.	Mayer 2009 ¹⁶⁾	관련 없는 그림 및 색상을 줄인다. 글꼴 및 색상 변경을 줄인다.
신호 원리 Signaling Principle	학습자가 학습 자료를 선택하고 구성할 때, 프롬프트(prompt)를 제공하면 학습 효과를 향상시킬 수 있다.	Lorch 1989 ¹⁷⁾	지식 콘텐츠를 구별하기 위해 서로 다른 색상을 사용한다. 지식 제목을 구분하기 위해 서로 다른 텍스트 크기를 사용한다.
중복성 원리 Redundancy Principle	두 가지 형태의 그래프와 텍스트 정보를 동시에 제공함으로써 더욱 나은 학습 효과를 생성한다.	Mayer 2005 ¹⁸⁾	디자인 요소는 텍스트와 그래프의 조합을 포함한다.
공간 연관성 원리 Spatial Contiguity Principle	페이지의 프레젠테이션과 그림을 설명하는 텍스트는 학습을 촉진시킬 수 있다.	Chandler 1992 ¹⁹⁾	레이아웃 디자인은 텍스트와 그림을 연결한다. 그리드 시스템 디자인(Grid System Design)을 사용한다.
완성 문제 원리 Completion Problem Principle	학생들에게 목표 상황과 부분 답변을 제공한 다음 나머지 문제해결 작업을 완료하도록 하여 인지부하를 감소시키고 학습 효과를 개선한다.	Van 1990 ²⁰⁾	학습 내용을 분류하고 재디자인한다.
작업 예제 효과 원리 Worked Example Effect	학습자에게 답변된 질문의 예시를 제공하면 문제 해결 수준을 효과적으로 향상시킬	Sweller 1998 ²¹⁾	디자인 요소의 선택은 질문에 대한 답과 일치해야 한다. 디자인 요소

	수 있다.		는 주로 학습 콘텐츠 그림의 예시를 참조한다.
--	-------	--	---------------------------

2-5.2 외재적 인지부하의 디자인 전략에 대한 구성

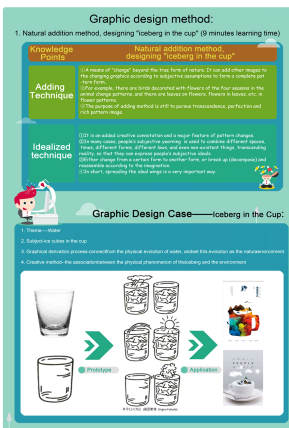
디자인의 전반적인 행위 관점에서 따르면 외재적 인지부하의 디자인 전략은 외재적 인지부하의 사용자 경험 모델, 학습 콘텐츠의 지식 시각화 구조, 지식 시각화의 디자인 원칙 및 외재적 인지부하의 디자인 방법 등을 포함한다. 디자인 방법은 디자인 전략의 시각적 방법으로 지식 시각화의 디자인 원칙은 디자인 전략의 원칙으로 해석된다. 이어 지식 시각화의 구조는 디자인 전략의 구조를 바탕으로 하며, 사용자 경험 모델은 디자인 전략의 거시적인 구조로 해석된다. 그리하여 학습 콘텐츠의 효율성을 향상시키기 위해 외재적 인지부하 이론은 전반적인 디자인 전략의 이론적 근거이며, [표 5]은 용이한 학습 콘텐츠를 사례로 외재적 인지부하 디자인 전략을 적용한 학습 콘텐츠라 볼 수 있다.

[표 5] 외재적 인지부하 디자인 전략

외재적 인지부하 디자인 전략
학습 장애
그래픽 유형 : 디자인 원리, 기술

- 16) Mayer, Richard E. "Multimedia learning." Psychology of learning and motivation. Vol. 41. Academic Press, 2002. p.85-139.
- 17) Lorch, Robert F. "Text-signaling devices and their effects on reading and memory processes." Educational psychology review, 1989, p.209-234.
- 18) Mayer, Richard, and Richard E. Mayer. The Cambridge handbook of multimedia learning. Cambridge university press, 2005, p.183-200.
- 19) Chandler, Paul, and John Sweller. "The split-attention effect as a factor in the design of instruction." British Journal of Educational Psychology, 1992, p.233-246.
- 20) Van Merriënboer, Jeroen. "Strategies for programming instruction in high school: Program completion vs. program generation." Journal of educational computing research, 1990, p.265-285.
- 21) Sweller, John, Jeroen JG Van Merriënboer, and Fred GWC Paas. "Cognitive architecture and instructional design." Educational psychology review, 1998, p.251-296.

디자인 전 학습 콘텐츠	Graphic design method: 1. Natural addition method, designing "iceberg in the cup" (9 minutes learning time) Adding technique——is a "change" method that transposed the true form of nature. It can add other images to the changing graphics according to subjective assumptions to form a complete pattern. Here, for example, there are birds decorated with tropical flowers in the natural patterns, and there are leaves on flowers and flowers in leaves in floral patterns. The purpose of the adding method is still to pursue transparency, perfection and rich pattern image. Idealized technique——is an added creative consideration and a major feature of pattern changes. In addition to adding techniques, there are idealized techniques in graphic creativity. Modified technique——is a subjective yearning (idealized) is used to combine different spaces, times, different forms, different lines, and even non-existent things, transcending reality, so that there can "exist people" a subjective ideal. Either change from one form to another form, or break up disorganized and incoherent according to imagination. In short, spreading the ideal wings is a very important one. Graphic Design Case-making in the Cup 1. Theme——water 2. Subject——ice cubes in the cup 3. Graphical derivation process——concept from the physical evolution of water, and set this evolution as the natural environment. 4. Creative method——the association between the physical phenomenon of the iceberg and the environment.  후쿠다다지코 (福岡 友徳)		
	외재적 인지 부하 원리	원리에 근거하여 디자인한다.	×
	사용자 체험	사용자 체험에 맞추어 디자인한다.	×
	지식 시각화	시각화에 따라 디자인한다.	×
	디자인 방법	디자인 방법에 따라 설계한다.	✓

디자인 후 학습 콘텐츠	Graphic design method: 1. Natural addition method, designing "iceberg in the cup" (9 minutes learning time) Knowledge Domain Adding Technique Idealized technique Graphic Design Case——iceberg in the Cup: 1. Theme——water 2. Subject——ice cubes in the cup 3. Graphical derivation process——concept from the physical evolution of water, and set this evolution as the natural environment. 4. Creative method——the association between the physical phenomenon of the iceberg and the environment. 		
	외재적 인지 부하 원리	원리에 근거하여 디자인한다.	✓
	사용자 체험	사용자 체험에 맞추어 디자인한다.	✓
	지식 시각화	시각화에 따라 디자인한다.	✓
	디자인 방법	디자인 방법에 따라 설계한다.	✓

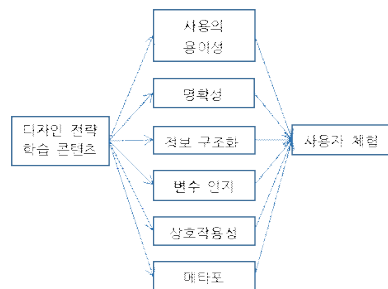
3. 실험

3-1. 실험의 목적 및 실험 모형

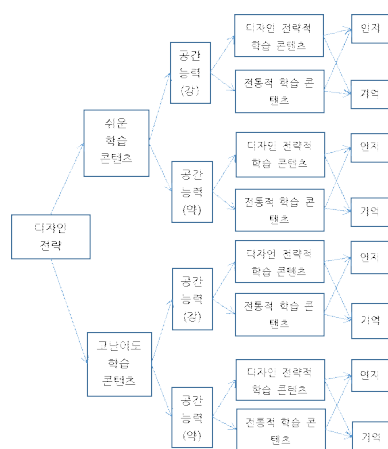
본 연구는 외재적 인지부하 디자인 전략의 실행 가능성성을 검증하기 위해 2단계의 시험을 실시하였다.

1단계는 학생들이 디자인 전략의 학습 콘텐츠를 읽고 설문지를 작성하는 것으로 이는 설문조사를 통해 디자인 전략이 사용자 경험에 미치는 영향을 검증하기 위함이다.[그림 6]

두 번째 단계에서는 한정된 기간 내 학습할 수 있도록 전통적인 학습 콘텐츠 및 디자인 전략 학습 콘텐츠를 학생들에게 배포하고 테스트를 통해 학습효과를 검증하는 것이다. 이와 동시에 공간적 능력을 본 연구에 영향을 미치는 요인으로 삼았으며, 해당 실험의 목적은 데이터 결과를 비교해 디자인 전략이 인지 및 기억(학습 효율성)에 미치는 영향을 검증하는 데 있다. 그리하여 본 연구에서는 디자인 전략이 사용자 경험에 미치는 영향에 대한 모형과 디자인 전략이 학습 효율성에 미치는 영향에 대한 두 가지 실험 모형이 존재한다. [그림 7]



[그림 6] 디자인 전략이 사용자 경험에 미치는 영향에 대한 모형



[그림 7] 디자인 전략이 학습 효율성에 미치는 영향에 대한 모형

3-2. 실험 내용 및 방법

3-2.1 실험 내용

실험은 2020년 7월 1일부터 8월 20일까지 진행되었으며, 실험대상은 중국 대학생과 한국에서 유학 중인 중국인 학생으로 하여 이 중 여학생은 63명(43.8%), 남학생 81명(56.2%))을 대상으로 하였다. 그리하여 1단계 실험에서는 총 56개의 표본 데이터를 수집하였는데 이 중 조건에 부합하는 데이터는 50개였으며, 2단계에서는 총 110개의 표본 데이터를 수집하였으나 이 중 조건에 부합하는 데이터는 94개인 것으로 드러났다.

본 연구에서 사용된 실험 도구는 총 세 가지가 있으며, 첫 번째는 공간적 능력 테스트(CRT: Card Rotation Test) 및 CCT(Cube Comparison Test)로 이 두 가지 테스트는 다양한 분야의 연구에서 공간적 기능을 시험하는데 주로 사용된다. 22)이어 두 번째는 인지부하 측량표로 이는 탕(Tsang)과 벨라스케스(Velazquez, 1996) 23)가 심리적 부하의 다중 자원 모델(The Multiple Resources Model of Workload)을 바탕으로 제시한 것으로 해당 측량표를 통해 나오는 점수가 낮을수록 인지수준은 높아진다. 세 번째는 기억 측량으로 이는 학습 내용의 지식을 완성해 테스트 항목을 진행하며, 주로 학습 내용에 대한 학습자들의 기억을 반영하는데 구체적으로는 정확형 기억, 확인형 기억, 이전형 기억, 기억 총점으로 구성되어 있다.

3-2.2 실험 방법

본 연구는 SPSS20.0을 사용해 통계 결과를 분석하였으며, 연구 모형과 가설을 검증하기 위해 분산 분석(Variance Analysis), 독립표본 T-검정(Independent T-test), 만-위트니 U-검증(Mann-Whitney U test), 평균, 백분율 등을 사용하였다.

3-3. 실험 결과 분석

3-3.1 디자인 전략이 사용자 경험에 미치는 영향

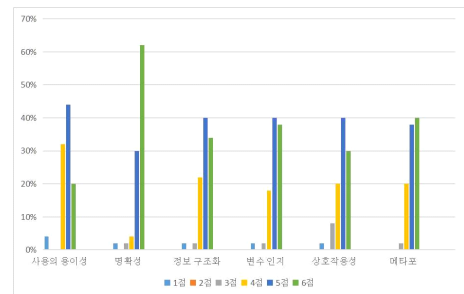
22) Ekstrom, Ruth B, Diran Dermen, and Harry Horace Harman. Manual for kit of factor-referenced cognitive tests. Vol. 102. Princeton, NJ: Educational testing service, 1976, p.149-152.

23) Tsang, Pamela S, and Velma L. Velazquez. "Diagnosticity and multidimensional subjective workload ratings." Ergonomics, 1996, p.358-381.

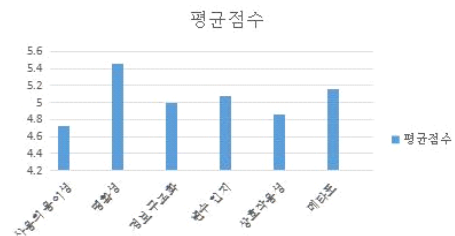
[표 6] 사용자 경험 설문 조사

	설문 내용
사용의 용이성	자료가 지식 정보를 획득하기 쉬운가?
명확성	해당 자료에 제공된 정보 사이에는 명확한 차이가 있는가?
정보 구조화	자료의 내용 구조가 명확한가?
변수 인지	자료의 시각적 요소가 합리적인가?
상호작용성	자료의 시각적 요소를 쉽게 식별할 수 있는가?
메타포	자료의 시각적 요소에 대한 조합이 학습에 도움이 되는가?

[표 6] 본 연구는 6가지 평가를 기준으로 학습자에게 전략적 학습 콘텐츠를 읽도록 해 사용자 경험에 대한 평가를 조사하였다. 평가 항목은 사용의 용이성, 명확성, 정보 구조화, 변수 인지, 상호작용성, 메타포로 구성되며, 설문지의 점수가 높을수록 긍정적인 경험으로 점수가 낮을수록 부정적인 경험으로 나타난다. 사용자 경험의 평가 기준은 6점이며, 3점 이하는 부정적인 경험, 4점은 긍정적인 경험, 4점 이상은 매우 긍정적인 경험으로 반영된다. 이어 전략적 학습 콘텐츠가 사용자 경험에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같다. [그림 8, 그림 9]



[그림 8] 사용자 경험 분석 결과 데이터 1



[그림 9] 사용자 경험 분석 결과에 대한 데이터 2

첫째, 사용의 용이성에 대한 평균 점수는 4.72점으로 4점 이상인 사람의 비율은 96%, 5점 이상인 사람의 비율은 64%인 것으로 드러났다. 또한 사용의 용이

성의 관점에서 볼 때, 디자인 전략은 사용자 경험에 대해 매우 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

둘째, 명확성에 대한 평균 점수는 5.46점으로 4점 이상인 비율은 96%, 5점 이상인 비율은 92%인 것으로 드러났다. 그리하여 명확성의 관점에서 볼 때, 디자인 전략은 사용자 경험에 매우 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

셋째, 정보 구조화에 대한 평균 점수는 5점으로 4점 및 4점 이상에 속하는 사람의 비율은 74%인 것으로 드러났으며, 정보 구조화의 관점에서 볼 때, 디자인 전략은 사용자 경험에 매우 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

넷째, 변수 인지에 대한 평균 점수는 5.08점으로 4점 이상인 사람의 비율은 96%, 5점 이상인 사람의 비율은 78%인 것으로 드러났으며, 변수인지의 관점에서 볼 때, 디자인 전략은 사용자 경험에 매우 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

다섯째, 상호 작용성에 대한 평균 점수는 4.86점으로 4점 이상인 사람의 비율은 90%, 5점 이상인 사람의 비율은 70%인 것으로 드러났으며, 상호 작용성의 관점에서 볼 때, 디자인 전략은 사용자 경험에 매우 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

여섯째, 메타포에 대한 평균 점수는 5.16점으로 4점 이상인 사람의 비율은 98%, 5점 이상인 사람의 비율은 78%인 것으로 드러났으며, 메타포의 관점에서 볼 때, 디자인 전략은 사용자 경험에 매우 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

위에서 언급한 분석 결과에 따르면 외재적 인지부하 이론에 기반한 디자인 전략은 사용자 경험에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 드러났으며, 학습 콘텐츠의 열도를 향상시켰다는 것을 알 수 있다.

3-3.2 디자인 전략이 학습 효율성에 미치는 영향

[표 7] 디자인 전략의 데이터 결과

재료	항목	전통적 유형	디자인 전략적 유형	t/Z
쉬운 학습 콘텐츠	인지 부하 총 점수	4.42±1.26	3.24±0.98	5.054
	기억 총 점수	18.71±4.69	21.88±3.24	-3.775
고난이도 학습 콘텐츠	인지 부하 총 점수	4.43 (3.57, 5.43)	3.14 (2.71, 4.00)	-4.807
	기억 총 점수	15(12, 16)	17(14, 20)	-3.765

[표 7] T-검정 및 만-위트니 U-검증에 따르면 쉬운 유형의 학습 콘텐츠에서 전통적 인지부하 유형의 총 점수가 디자인 전략의 유형보다 훨씬 높은 것으로 드러났다($t=5.054$, $P<0.001$). 이어 전통적 유형에 대한 기억의 총 점수는 디자인 전략의 유형보다 훨씬 낮은 것으로 드러났으며($t=-3.775$, $P<0.001$), 고난이도 학습 콘텐츠에서 인지부하의 총점은 디자인 전략의 유형보다 현저히 높았다($Z=-4.807$, $P<0.001$). 또한 전통적 유형에 대한 기억의 총 점수는 디자인 전략의 유형보다 낮은 것으로 드러났으며($Z=-3.765$, $P<0.001$), 고난이도 학습 콘텐츠에서 외재적 인지부하의 디자인 전략은 학습 콘텐츠의 인지 및 기억에 긍정적인 영향을 미쳐 학습 효율성을 향상시키는 것으로 나타났다.

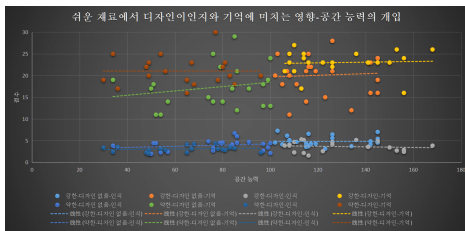
[표 8] 디자인 전략의 데이터 결과 (공간 능력)

재료	공간적 능력	항목	전통적 유형	디자인 전략적 유형	t/Z
쉬운 학습 콘텐츠	공간적 능력 (약)	인지 부하 총 점수	3.93±1.25	2.91±0.77	3.218
		기억 총 점수	17.29±4.83	20.57±3.42	-2.617
고난이도 학습 콘텐츠	공간적 능력 (강)	인지 부하 총 점수	4.84±1.13	3.54±1.06	4.197
		기억 총 점수	21(17, 23)	23(22, 25)	-2.876
고난이도 학습 콘텐츠	공간적 능력 (약)	인지 부하 총 점수	4.43(3.57, 4.86)	2.86(2.43, 3.14)	-4.806
		기억 총 점수	13(11, 16)	14(13, 18)	-1.928
고난이도 학습 콘텐츠	공간적 능력 (강)	인지 부하 총 점수	4.71(3.86, 5.64)	3.93(3.57, 4.57)	-2.217
		기억 총 점수	16(12.5, 17)	18.5(16, 21)	-3.673

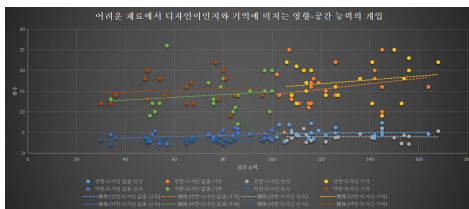
[표 8] T-검정 및 만-위트니 U-검증에 따르면 쉬운 유형의 학습 콘텐츠에서 전통적 인지부하 유형의 총 점수가 디자인 전략의 유형보다 훨씬 높은 것으로 나타났다($t=3.218$, $P=0.003<0.05$). 또한 전통적 유형에 대한 기억의 총 점수는 디자인 전략의 유형보다 훨씬 낮은 것으로 드러났으며($t=-2.617$, $P=0.012<0.05$), 공간 능력이 강한 경우에는 전통적 인지부하 유형의 총 점수가 디자인 전략의 유형보다 훨씬 높은 것으로 나타났다($t=4.197$, $P<0.001$). 그리하여 전통적인 유형에 대한 기억의 총 점수는 디자인 전략의 유형보다 현저히 낮은 것으로 나타났다($Z=-2.876$,

$P=0.004 < 0.05$).

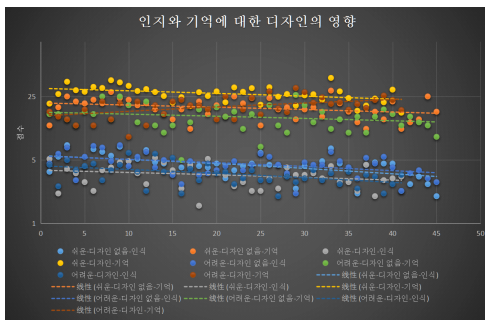
고난이도 학습 콘텐츠 중 공간 능력이 약한 그룹과 전통적인 인지부하 총점은 디자인 전략형보다 현저히 높았으며($Z=-4.806$, $P<0.001$), 전통적인 형식의 기억 총점은 디자인 전략형(Borderline Significant)보다 낮았다($Z=-1.928$, $P=0.054>0.05$). 이어 공간 능력이 강한 그룹과 전통적인 인지부하 총점은 디자인 전략형보다 현저하게 높았으며($Z=-2.217$, $P=0.027 < 0.05$), 전통적인 형식의 기억 총점은 디자인 전략형보다 현저히 낮은 것으로 드러났다($Z=-3.673$, $P<0.001$).



[그림 10] 용이한 자료에서 디자인이 인지와 기억에 미치는 영향 :공간 능력의 개입



[그림 11] 고난이도 자료에서 디자인이 인지와 기억에 미치는 영향 :공간 능력의 개입



[그림 12] 디자인 전략이 학습 효율성에 미치는 영향

데이터 분석을 통해 [그림 11], [그림 12], [그림

13]을 다음과 같이 요약하였다.

첫째, 외재적 인지부하 디자인 전략은 학습 콘텐츠에 긍정적인 영향을 미쳐 인지 및 기억 수준과 학습 효율성을 향상시켰다. 둘째, 공간 능력은 인지부하 디자인 전략의 영향 요소로 공간 능력의 강도는 학습 효율성에 서로 다른 의미를 갖는다. 이는 예를 들어 인지 및 기억의 측면에 있어 공간 능력이 강한 학습자는 공간 능력이 약한 학습자보다 점수와 학습 효율성이 높은 것으로 드러났다. 셋째, 공간 능력이 강한 학습자들은 전략적 학습 콘텐츠를 사용하면 더욱 좋은 효과가 나타났는데 이는 즉, 외재적 인지부하 디자인 전략은 학습 콘텐츠에 적합하며, 학습 효율성을 향상시켰다고 볼 수 있다.

4. 결론

포스트 코로나(POST-COVID-19) 시대에 접어들면서 학습 패턴은 자기주도학습으로 전환되었으며, 이러한 상황에서 학습 효율성을 향상시키는 것은 매우 중요한 일환이 되었다. 이전의 연구에서는 교사의 관점에서 교실 수업의 학습 내용이 어떻게 하면 더욱 좋은 결과로 이어질 수 있는가에 대한 논의가 주를 이루었다. 그러나 현재 비대면 교육 패턴으로 전환돼 학습자들의 지식 획득 방식이 바뀌기 시작하였으며, 이에 따라 학습 콘텐츠의 시각화는 새로운 방향을 제시하고 본 연구에서는 관련 연구를 통해 다음과 같은 결과를 도출하였다.

첫째, 외재적 인지부하 이론에 기반한 디자인 전략은 학습자들의 학습 효율성을 향상시킬 수 있었으며, 디자인 전략에는 외재적 인지부하 이론, 사용자 경험 모델 구축, 지식 시각화 디자인 및 특정 디자인 방법 등이 포함되기 때문에 학습 콘텐츠를 디자인할 때, 이를 유연하게 결합하였다.

둘째, 디자인 전략은 학습 내용에 대한 열독을 향상시켰으며, 학습자들의 열독을 제고하기 위해 본 연구의 디자인 전략을 특정 학습 콘텐츠의 디자인에 적용시켰다.

셋째, 공간 능력은 학습 효율성에 영향을 미치는 요소로 본 연구에서는 공간 능력이 강한 학습자들이 디자인 전략 학습 콘텐츠를 사용할 때, 더욱 좋은 학습 효과를 얻는 것으로 드러났다. 따라서 학습자들은 일상 생활에서 공간 능력을 향상시키기 위해 다양한 방법이

필요하며, 이는 학습자들의 학습 효과를 향상시키는 데 도움이 되는 것으로 드러났다.

넷째, 본 연구의 디자인 전략에 대한 적용 대상은 인지 및 기억의 학습 콘텐츠로 이는 기존 학습 콘텐츠의 시각적 디자인에만 적용할 수 있는 것으로 다른 연구 분야는 제외된다.

결과적으로 인지부하 이론에는 내재적 인지부하 이론, 외재적 인지부하 이론 및 관련 인지부하 이론이 포함되며, 나머지 두 가지의 이론적 디자인 전략은 후속 연구가 필요하다. 인지부하 이론은 교육학, 인지 심리학의 이론적 근거로 관련 연구는 사람들의 뜨거운 관심을 불러일으키고 있다. 그리하여 본 연구에서는 해당 이론을 시각적 디자인과 결합해 콘텐츠 디자인에 있어 새로운 방향을 제시하였다.

참고문헌

1. 류지현, 신아람. "초등학교 과학교과의 절차과제에서 글과 그림을 활용한 학습자료가 학습성취와 인지부하에 미치는 영향." 교육방법연구. 2018.
2. 윤여경. "UX 디자인 방법론을 적용한 아동용 색채교육콘텐츠 개발." 한국상품문화디자인학회 논문집. 2019.
3. Carlson, Robert, Paul Chandler, and John Sweller. "Learning and understanding science instructional material." *Journal of educational psychology*, 2003.
4. Chandler, Paul, and John Sweller. "The split-attention effect as a factor in the design of instruction." *British Journal of Educational Psychology*, 1992.
5. Ekstrom, Ruth B., Diran Dermen, and Harry Horace Harman. *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests*. Vol. 102. Princeton, NJ: Educational testing service, 1976.
6. Eppler, Martin J. "Visuelle Kommunikation—Der Einsatz von graphischen Metaphern zur Optimierung des Wissenstransfers." *Wissenskommunikation in Organisationen*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004.
7. Garrett, Jesse James. *The elements of user experience: user-centered design for the web and beyond*. Pearson Education, 2010.
8. Hegarty, Mary, et al. "Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning." *Intelligence*, 2006.
9. Höffler, Tim N. "Spatial ability: Its influence on learning with visualizations—a meta-analytic review." *Educational psychology review*, 2010.
10. Jamet, Eric, and Olivier Le Bohec. "The effect of redundant text in multimedia instruction." *Contemporary Educational Psychology*, 2007.
11. Larkin, Jill H, and Herbert A. Simon. "Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words." *Cognitive science*, 1987.
12. Lorch, Robert F. "Text-signaling devices and their effects on reading and memory processes." *Educational psychology review*, 1989.
13. Massa, Laura J, Richard E. Mayer, and Lisa M. Bohon. "Individual differences in gender role beliefs influence spatial ability test performance." *Learning and Individual Differences*, 2005.
14. Mayer, Richard, and Richard E. Mayer, eds. *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge university press, 2005.
15. Seufert, Tina, Felix Wagner, and Julia Westphal. "The effects of different levels of disfluency on learning outcomes and cognitive load." *Instructional Science*, 2017.
16. Sweller, John. "The Redundancy Principle in

- Multimedia Learning." In: R.B. Mayer, Editor, The Cambridge handbook of multimedia learning, Cambridge University Press, Cambridge, 2005.
17. Sweller, John, Jeroen JG Van Merriënboer, and Fred GWC Paas. "Cognitive architecture and instructional design." Educational psychology review, 1998.
 18. Tarmizi, Rohani A, and John Sweller. "Guidance during mathematical problem solving." Journal of educational psychology, 1988.
 19. Tsang, Pamela S, and Velma L. Velazquez. "Diagnosticity and multidimensional subjective workload ratings." Ergonomics, 1996.
 20. Van Merriënboer, Jeroen JG. "Strategies for programming instruction in high school: Program completion vs. program generation." Journal of educational computing research, 1990..
 22. Sweller, John, Jeroen JG Van Merriënboer, and Fred GWC Paas. "Cognitive architecture and instructional design." Educational psychology review, 1998.
 22. Wilson M, Conway A. Enhanced interaction styles for user interfaces. IEEE Computer Graphics and Applications, 1991.
 23. www.wikipedia.org