

아이트래킹을 이용한 서책형교과서와 디지털교과서 학습순서와 학습시간 비교연구

노상용 · 이연준*
홍익대학교 시각디자인과

A Comparative Study on the Learning Time and Learning Order of Bookbook-type Textbooks and Digital Textbooks Using Eye Tracking

Sang-Yong No · Youn-Joon Lee*

Visual Communication Design, Hongik University, Seoul 04066, Korea

[요 약]

2018년부터 보급된 디지털 교과서는 2019년 현재 서책형교과서와 병행 수업 되고 있다. 디지털교과서의 선행연구를 보면 동일한 학습영역의 서책형교과서와 디지털교과서의 학습행태 비교연구는 이루어지지 않고 있다. 본 연구의 목적은 서책형교과서와 디지털교과서를 비교연구로 학습시간과 학습순서에 차이가 있는지, 그 원인은 무엇인지를 밝히는 데 있다. 실험물은 중학교 과학교과서로 중학교 1학년 30명을 대상으로 클래스형 아이크래커로 시험하였다. 실험결과는 모두 학습시간이 달랐으며 학습시간에 영향을 주는 요소로는 움직이는 이미지, 한 페이지에 50% 이상의 비율을 차지하는 이미지, 문제풀이 페이지에서 첫 번째 텍스트가 학습시간에 차이를 주는 요소로 밝혀졌다. 학습순서는 문제풀이에서만 디지털교과서와 서책화형 디지털교과서가 같은 학습순서로 나타났고 나머지 실험은 모두 달랐다. 본 연구의 결과는 서책형교과서와 차별화된 디지털교과서 디자인에 고려해야 할 중요한 요인의 제안이라고 하겠다.

[Abstract]

Digital textbooks, which have been available since 2018, are being taught in parallel with book-type textbooks as of 2019. In the preceding studies of digital textbooks, there is no comparative study on the learning behavior of books and digital textbooks in the same learning area. The purpose of this study is to find out whether there is a difference between the study time and the learning order through the comparative study of books and digital textbooks, and why. The test materials were middle school science textbooks and were tested with 30 eyeglasses. The results of the experiments were all different, and the factors that influenced the learning time were the moving image, the image occupying more than 50% on one page, and the first text on the problem solving page. . In the learning order, only the problem solution was found in the digital textbook and the book-book type digital textbook, and the rest of the experiments were different. The result of this study is a suggestion of important factors to be considered in the design of digital textbooks differentiated from book type textbooks.

색인어 : 디지털교과서, 아이트래킹, 자기주도학습, 시각적주의, 학습순서, 학습시간

Key word : Digital Textbook, Eye tracking, Self-Directed Learning, Visual Attention, Learning Order, Learning Time

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.12.2383>



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 09 October 2019; **Revised** 10 November 2019

Accepted 15 December 2019

***Corresponding Author;** Younjoon Lee

Tel: [REDACTED]

E-mail: 332007@gmail.com

I. 서론

정부는 2002년에 디지털교과서 중장기 발전 계획 발표와 2007년 디지털교과서 상용화 추진방안, 2012년 교육과학기술부의 ‘디지털교과서 개발 및 추진계획안’으로 스마트교육 추진 전략을 세웠다. 이에 따라, 디지털교과서는 2018년부터 개발 보급되어 2019년 현재 초등학교 3~6학년, 중학교 1~2학년, 사회, 과학, 영어 과목에 보급되었으며 고등학교는 영어 I, II, 영어 회화, 영어독해, 영어작문이 보급되었다. 2020년 3월부터는 중학교 3학년 사회, 과학, 영어에도 디지털 교과서가 전면 보급 될 예정이다. 이는 교육부의 2015 개정 교육과정에 따른 초·중등학교 디지털교과서 국 검정 구분(안)₁(교육부 고시 제2016-98호)에 따라 시행될 예정이다.

교육부는 자기주도학습을 강화하기 위한 정책으로 교과서 완결학습 체제를 추진하고 있다[1]. 교과서 완결학습 체제의 목표는 학생들의 과도한 학습량의 경감과 교과서 교육만으로도 충분한 학습이 가능하도록 하는 것이며 교과서 학습내용의 적절성과 그 내용의 효과적인 전달은 향후 교과서 정책에서 핵심이라 할 수 있다[2]. Knowles(1975)는 자기주도학습을 타인의 도움 없이 스스로 학습목표를 달성하기 위해 인적·물적 자원을 확보하여 학습하고 스스로 평가하는 과정이라고 정의하였다[3].

디지털교과서는 서책형교과서와 동일한 학습목표를 수행하며 자기주도학습을 통한 완결학습 체제를 구현해야한다. 하지만 선행연구를 살펴보면 디지털교과서의 자기 주도적 학습에 대한 평가 및 개선방안[이상구, 이재화, 박경은, 2017], 디지털교과서의 학습효과 검증에 대한 연구[주영주, 임유진, 2015] 등 디지털교과서의 학습능력에 대한 연구가 많았고 동일한 학습영역의 서책형교과서와 디지털교과서의 학습 형태 비교연구는 이루어지지 않고 있다. 본 연구는 서책형교과서와 디지털교과서의 학습시간과 학습순서를 비교연구하여 디지털교과서 디자인에 있어서 고려해야하는 요소들을 밝히는데 있다.

본 연구를 위한 연구문제는 다음과 같다.

- 1) 서책형교과서와 디지털교과서의 학습시간 차이가 있는가?
- 2) 서책형교과서와 디지털교과서의 학습순서에 차이가 있는가?

II. 관련 연구

2-1 교과서와 시각적주의

시각적 주의(Visual Attention)란 일정한 노출 범위 내에 있는 자극에 초점을 기울이는 정도를 말하며, 이러한 시각적 주의는 초기 시각 수준에서 제시된 자극에 대한 지각을 강화시키는 역할을 한다[4].

인간의 시지각 과정은 크게 눈이라는 생체기관과 이를 해석

하는 감각기관 그리고 이를 해석하는 두뇌 기관의 세 가지 과정으로 이루어진다. 시각 정보의 인지 과정은 지각이라는 내면적 기능을 통하여 어떠한 방법을 통해서든 그것을 특정 짓고 그곳에 의미를 부여하며 인식을 한다. 이러한 감각(sense), 지각(perception), 인식(cognition)은 시각 정보처리 과정의 단계로 각 단계의 특징을 요약하면 [표1] 과 같다, 감각은 ‘생리적 과정’이고 지각은 ‘사물을 의식하는 과정’이며 인식은 ‘사물을 과거의 경험에 비추어 판단하는 과정’이라고 할 수 있다[5].

표 1. 시각정보의 인지과정

Table 1. Cognitive Process of Visual Information

sense	Human beings are the most basic function among functions, and the only link between consciousness and the environment as the act of receiving external information through stimulation of sensory organs.
tardy	Process of perception ability to select and interpret information to perceive external information
recognition	The process of acquiring universal knowledge by discerning and judging things

본다는 행위는 인간의 감각 행위 중 가장 중요하다. 이러한 시각각은 시야각 1도 정도의 중심와(fovea)를 중심으로 사카드(saccade) 운동을 통해 이곳저곳을 스캔한다. 이러한 정보를 다시 재구성하는 것을 통해 인식하는 단계를 거치게 된다[6]. 하지만 시각은 많은 정보를 받아들이기 때문에 다양한 시각 환경을 효과적으로 정보 처리하기 위해 선택적으로 이루어지는 시각적 주의가 발생하며, 이러한 시각적 주의는 정보의 과부하를 막아준다[7].

디지털 교과서의 특성은 자료 형태나 학습활동을 보면 동영상, 음성, 그래픽 등 다양한 멀티미디어의 학습자료와 하이퍼미디어 개념의 도입으로 학생과 학생, 교사와 학생, 컴퓨터와 학생 간의 쌍방향 학습이 이루어진다[8]. 학생들은 디지털교과서의 다양한 기능과 특정 요소에 따라 자세한 정보를 획득하게 된다[9]. 즉, 교과서의 정보는 학생의 흥미 유발을 일으키는 교과서의 구성 이미지, 텍스트, 삽화 등으로 시선 이동이 이루어지며 인식된다고 할 수 있다[10].

따라서, 디지털 교과서에서 자극이 주어질 때 학습자가 어디에 시선을 두고 있으며, 얼마나 오래, 자주 그것을 보는지를 분석하게 되면 흥미나 관심 정도와 같은 시각적 주의를 분석할 수 있다. 시각적 주의를 측정하는데 대표적인 과학적 방법으로 아이트래킹(Eye Tracking)이 사용되며, 시각적 자극 효과에 대한 신뢰성 있는 측정 방법 중 하나이다[11].

2-2 교과서의 시각적주의를 아이트래커로 측정된 사례

1) 아이트래커의 분석 방법

아이트래커는 외부의 자극으로부터 안구에 발생하는 즉각적인 반응을 측정하는 장비로서 정량적인 자료를 수집할 수 있는 장비이다[12]. 시선추적기법은 높은 시간적 해상도, 유아에서 성인까지의 높은 접근성, 연구 참여자에 대한 안전성, 자료 수집의 안정성과 객관성, 연구 장비 착용의 편의성 등의 장점이 있다[13].

(1) AOI(Area of Interest) 설정

안구 운동 특성을 연구 시, 모든 순간의 안구 운동을 빠짐없이 측정하는 것이 아니라 실험의 목적에 따라 연구자가 특정 범위를 지정하여 그 범위를 바라볼 때 일어나는 안구 운동만을 선택적으로 측정하고 분석하게 된다. 이렇게 연구자가 미리 설정하는 특정 범위를 관심 영역(이하 AOI)이라고 한다.

(2) 히트맵(Heat Map)

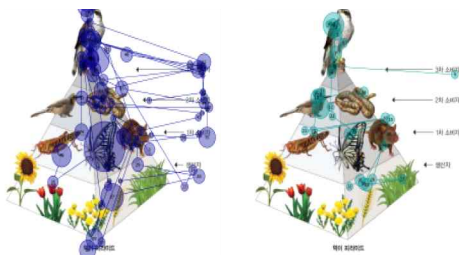
히트맵은 시선 고정점의 집중도를 한눈에 보여주는 분포도이다. 히트맵을 통해 AOI 중에서 어떤 부분에 실험자의 시선이 머물렀는지를 파악할 수 있다. 시선의 집중도는 색으로 표시되는데, 연두색에서 노란색, 노란색에서 빨간색에 가까워질수록 집중도가 높다.

(3) 응시궤적(Gaze Plot)

응시궤적은 시선 이동의 궤적과 순서를 보여준다. 시선이 머문 곳은 원으로 표시되고 머문 시간이 길수록 원의 크기도 크게 표시된다. 원과 원을 이어 주는 직선은 시선의 도약이 일어난 궤적을 의미한다. 또한, 각 원 안에는 시선이 머문 순서대로 번호가 매겨져 있어 실험자의 시선이 어떤 순서로 이동했는지 쉽게 파악할 수 있다 [14].

2) 아이트래커로 시각적주의를 측정된 교과서 연구 사례

아이트래커를 이용한 교과서의 연구 사례를 살펴보면 먼저, [그림 1]과 같이 초등 교사들과 초등학생들의 교과서에 삽화에 대한 이해 과정을 아이트래커를 이용하여 교수자와 학습자 간의 삽화의 시선이동이 다른 것을 증명하였고 이를 정보처리 이론으로 해석하였다[15].



Teacher

Student

그림 1. 삽화에 대한 교사와 학생의 일부시간 동안 시선 경로

Fig. 1. The gaze path for the teacher and student some time for illustration

둘째, 문장 읽기 과정 연구는 학생들에게 중간 글, 긴 글, 짧은 글을 읽게 하고 이해도에 따른 상위집단과 하위집단을 나누고, [그림 2]의 읽기 과정을 아이트래커로 비교 분석하여 상위 집단과 하위집단의 읽기 과정에 차이를 밝혔다. 실험 결과로는 상위 집단은 하위 집단에 비해 문장 간 회귀가 많았다[16].



그림 2. 아이트래커를 이용한 6학년 과학 교과서의 상위집단과 하위집단의 읽기 과정 비교 분석

Fig. 2. Comparative Analysis of Reading Process of Upper and Lower Groups of 6th Grade Science Textbooks Using Eye Tracker

셋째, 정보와 그래픽요소에 대한 연구로는 [그림 3]의 그림과 같이 국어 교과서 단원 도입 부분의 도입 질문에 대한 말풍선의 위치와 수량에 따른 시선 변화를 연구했다. 연구결과에 의하면 도입 질문의 위치가 첫 응시가 일어나는 시간에 영향을 미치며 말풍선 안의 글씨체 변화에 시선 주의가 빠르게 나타났다. 또한, 말풍선 위치는 수평보다 수직으로 배치하는 것이 바람직하다고 증명하였다[17].



그림 3. 아이트래커를 이용한 학습 시선의 경로(Gaze Plot)

Fig. 3. Gaze Plot using Eye Tracker

그밖에 아이트래커를 이용한 다양한 교과서 연구가 진행되고 있으며 국내에서 교과서를 대상으로 아이트래커로 연구한 선행논문은 [표2]와 같다.

표 2. 아이트래커를 이용한 국내 교과서 선행연구
Table 2. Cognitive Process of Visual Information

Researcher	Paper
Hyojeong Park, Donghoon Shin	"Analysis of Processes in Reading about 'Science Stories' in 6th Grade Science Textbook Using Eye-tracking," <i>Journal of the Korean Association for Science Education</i> , Vol. 35, No. 3, pp. 383-393, 2015[15].
Shin, Dong-hoon, Choi, Hyun-dong,	"Differences in Eye Movement between Elementary School Teachers and Students during Understanding Textbook Illustrations," <i>Biology Education</i> , Vol. 41, No. 2, pp 198-210, 2013[16].
Lee Jae-Seung, Shin Dong-hoon,	"The Unit-introduction Development of Korean Textbook in the Elementary School through the Eye Tracking Method II: Focusing on the Introductory Question and Speech-bubbles," <i>Korean Journal of Elementary Education</i> , Vol. 23, No. 3, pp. 89-109, 2012[17].
Min, Ji Young.	Study on the Color Cognition of Textbooks for Improving Visual Attention [18].
Song, Hyun-soon	Elementary School Students' Eye Tracking Research in Search of Contents of Practical Arts Textbooks [19].
Shin, Won-Sub	Analysis of Elementary School Students' Visual Attention on the Editorial Design of 'Structure and Function of Our Body' in the 2007-2009 Revised Elementary Science Textbook [20]

III. 제 3 연구방법

3-1 연구설계 및 방법

본 연구는 연구문제에 대해 실증적인 방법으로 연구결과를 얻고자 실험연구를 진행하였다. 실험물은 다양한 실험 설명 및 삽화 등의 효과들이 접목되어있는 과학교과서로 선정하였다. 구체적으로 천재교육출판사의 중학교 1학년 과학교과서를 실험물로 선정하고 서울 소재 중학교 1학년인 실험자 30명(남자 10명, 여자 20명)을 대상으로 실험을 진행하였다. 실험자에게는 문화상품권을 증정하여 실험 참여의 성실도를 높이고자 하였다. 실험물은 과학교과서의 7단원 중 아직 수업을 진행되지 않은 1-2단원 '지권의 변화파트'를 선정하였다.

각 페이지는 AOI 영역을 설정하여 아이트래커로 실험하였다. 레이아웃 요소 중 이미지부분은 한 페이지에서 한 이미지가 50% 이상 차지하고 있는 경우 '이미지(대)'로 50% 미만을 '이미지(소)'로 분류하였다.

유형별로는 <유형1>은 기존 서책형교과서(이하 B), <유형2>는 디지털교과서(이하 D)로 하였다. 하지만 서책형교과서와

디지털교과서는 내용 측면에서 순서는 동일하지만 이미지의 크기가 달라 학습순서에 영향이 있을 수 있어 디지털교과서를 프린트하여 동일한 디자인이지만 동적이미지와 인터랙션이 없는 디지털의 서책형화 교과서 <유형3>(이하 DB)을 제작하여 영역별 학습순서와 학습시간을 실험을 하였다[표3].

표 3. 실험자극물 유형
Table 3. Experimental Stimulant Type

Type	<Type1>	<Type2>	<Type2>
	Book Book Textbooks(B)	Digital Textbook(D)	Digital Book Book Formatting Textbook(DB)
Type 1			
	B1	D1	DB1
Type 2			
	B2	D2	DB2
Type			
	B3	D3	DB3

본 연구의 실험에는 토비테크놀로지코리아의 글래스형 아이트래커 Tobii Pro Glasses 2를 이용하여 응시시간(Fixation Time), 시선경로(Gaze Plot)에 대해 관심영역(AOI)분석을 통해 데이터를 추출하였다. 데이터는 일원분산분석 통계방식을 활용하여, 각 유형을 비교 분석하였다. 실험모형은 [그림4]와 같다.

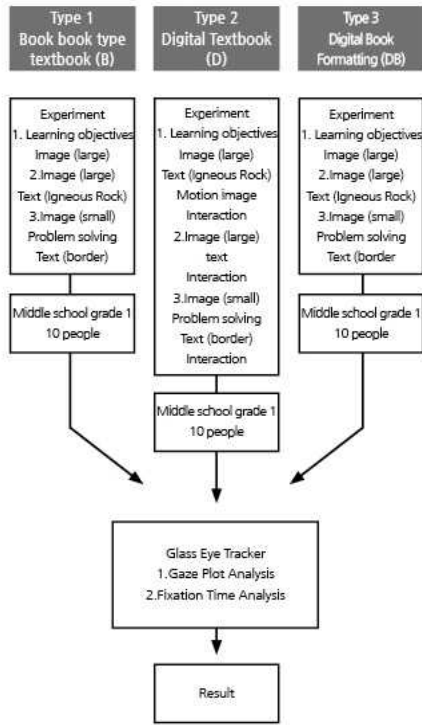


그림 4. 실험모형
Fig. 4. Experimental Model

3-2 분석결과

1) AOI영역

세 실험물의 AOI영역은 [표 4]와 같다.

실험물은 3종류로 서책형교과서와 디지털교과서, 그리고 서책형교과서와 디지털교과서의 이미지의 크기가 동일하지 않아 디지털교과서에서 인터랙션을 제거한 디지털교과서의 서책화형 교과서를 아이트래커로 실험하였다.

<실험 1>은 여섯 영역(단원설명, 단원설명 이미지, 이번호 배워요, 학습목표, 생각열기, 암석의 특징)으로 설정하였다.

<실험 2>의 다섯 영역(내용1, 이미지1, 내용2, 팁, 이미지2)으로 설정하였다.

<실험 3>의 다섯 영역(내용1, 문제풀이1, 이미지, 내용2, 문제풀이2)으로 설정하였다.

표 4. 실험자극물 AOI영역

Table 4. Experimental Stimulus AOI Area

Type	<Type1>	<Type2>	<Type2>
	Book Book Textbooks(B)	Digital Textbook(D)	Digital Book Book Formatting Textbook(DB)
Type 1			
	B1	D1	DB1
Type 2			
	B2	D2	DB2
Type 3			
	B3	D3	DB3

2) Gaze Plot 분석

Gaze Plot은 이미지에 따라 지나간 시선의 흐름을 보여준다. 유형 별 학습순서의 차이를 분석하기 위하여 실험물의 시선 이동이 다섯 영역으로 이루어지는 경우, 100점 기준을 다섯으로 나누어 시선의 순서에 따라 20점을 차감하였다. 예를 들면, 첫 번째 시선은 100점, 두 번째 시선은 80점, 세 번째 시선은 60점, 네 번째 시선은 40점, 다섯 번째 시선은 20점, 시선이 가지 않은 경우는 0점으로 채점하였다. 실험물의 시선이동이 여섯 영역으로 이루어질 일 경우, 100점을 여섯으로 나누어 시선의 순서에 따라 16.7점씩(16.666의 소수점 반올림) 차감하였다. 첫 번째 시선은 100점, 두 번째 시선은 83.3점, 세 번째 시선은 66.6점, 네 번째 시선은 49.9점, 다섯 번째 시선은 33.2점, 여섯 번째 시선은 16.7점 시선이 가지 않은 경우는 0점으로 처리하여 각 시선의 순서별 차이를 검증하였다.

서책형 교과서의 Gaze Plot과 AOI영역 별 10명의 시선흐름을 분석해보면 [표 5]와 같다.

표 5. 서책형 교과서의 Gaze Plot AOI와 학습순서
Table 5. Gaze Plot AOI and Learning Order in
 Bookbook-type Textbooks

domain	Gaze Plot AOI	Learning order
Experiment 1		
	Learning sequence: ① Unit explanation ② Main page ③ Learn this time ④ Learning objectives ④ Open thoughts ⑥ Characteristics of rock	
Experiment 2		
	Learning sequence: ①Content1 ②Image1 ③Content2 ④ Image2 ⑤Tip	
Experiment 3		
	Learning sequence: ① Problem solving 1 ② Contents 1 ③ Image ④ Contents 2 ⑤ Problem Solving 2	

서책형교과서의 Gaze Plot과 AOI 영역의 시선 흐름 평균은 다음과 같다.

<실험1>의 단원설명 페이지는 ①단원설명 ②메인페이지 ③이번에 배워요 ④학습목표 ④생각열기 ⑥암석의 특징의 순서로 나타났대[표 6].

<실험2>의 이미지 페이지는 ①내용1 ②이미지1 ③내용2 ④이미지2 ⑤팁 순으로 학습순서를 나타냈대[표 7].

<실험3>의 내용+문제풀이 페이지는 ①문제풀이1 ②내용1 ③이미지 ④내용2 ⑤문제풀이2로 시선이 움직였으며 텍스트부분보다 문제풀이로 시선이 움직였대[표 8].

표 6. 서책형교과서의 <실험1> 학습순서 *학습순서(점수)
Table 6. Study order of <Experiment 1> of bookbook type
 textbook * Learning order (score)

Pers onnel	1.Descrip tion	2.Main page	3. Learn this time	4.Learning objectives	5.hink Heat	6.Character istics of rock
1	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
2	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
3	2(83.3)	1(100)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
4	1(100)	2(83.3)	0	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)

Pers onnel	1.Descrip tion	2.Main page	3. Learn this time	4.Learning objectives	5.hink Heat	6.Character istics of rock
5	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
6	3(66.6)	2(83.3)	1(100)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
7	1(100)	4(49.9)	5(33.2)	0	2(83.3)	3(66.6)
8	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	4(49.9)	5(33.2)
9	3(66.6)	2(83.3)	1(100)	0	5(33.2)	4(49.9)
10	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
Average	91.65	81.63	63.28	41.59	41.55	28.19
Sequence	1	2	3	4	5	6

표 7. 서책형교과서의 <실험2> 학습순서 *학습순서(점수)
Table 7. Study order of <Experiment 2> of bookbook type
 textbook * Learning order (score)

Personnel	1. Conte nt 1	2.Image 1	3.Conte nt 2	4.Tip	2.Image 2
1	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
2	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
3	2(80)	1(100)	3(60)	4(40)	0
4	1(100)	2(80)	0	3(60)	4(40)
5	1(100)	2(80)	0	4(40)	3(60)
6	1(100)	2(80)	4(40)	0	3(60)
7	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
8	2(80)	1(100)	3(60)	0	4(40)
9	1(100)	2(80)	4(40)	0	3(60)
10	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
Average	96.00	84.00	44.00	30.00	34.00
Sequence	1	2	3	5	4

표 8. 서책형교과서의 <실험3> 학습순서 *학습순서(점수)
Table 8. Study order of <Experiment 3> of bookbook type
 textbook * Learning order (score)

Personnel	1. Conte nt 1	2.Proble m Solving 1	3.Image	4. Cont ent 2	5.Problem Solving 2
1	0	0	1(100)	2(80)	3(60)
2	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
3	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
4	1(100)	2(80)	0	3(60)	4(40)
5	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
6	0	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)
7	0	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)
8	2(80)	1(100)	3(60)	0	4(40)
9	2(80)	1(100)	3(60)	4(40)	5(20)
10	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
Average	66.00	80.00	62.00	46.00	32.00
Sequence	2	1	3	4	5

디지털교과서의 Gaze Plot과 AOI영역의 시선 흐름을 평균은 다음[표 9]와 같다.

표 9. 디지털 교과서의 Gaze Plot과 AOI와 학습순서

Table 9. Gaze Plot, AOI and Learning Sequence of Digital Textbooks

domain	Gaze Plot AOI	Learning order
Experiment 1		
	Learning sequence: ① Main page ② Characteristics of rock ③ Learning objective ④ Thinking ⑤ Lesson explanation ⑥ Learn this time	
Experiment 2		
	Learning sequence: ① Image 1 ② Content 1 ③ Image 2 ④ Content 2 (Image) ⑤ Tip	
Experiment 3		
	Learning sequence: ①Content1 ②Problem solving1 ③ Image ④Content2 ⑤Problem solving2	

<실험1>의 단원설명 페이지는 ①메인페이지 ②암석의 특징 ③학습목표 ④생각열기 ⑤단원설명 ⑥이번에 배워요 순으로 나타났으며 서책형교과서의 학습순서보다 무빙이미지부분과 말풍선에 있는 음성아이콘에 클릭이 이루어졌다[표 10].

<실험2>의 이미지위주는 ①이미지1 ②내용1 ③이미지2 ④ 내용2(이미지) ⑤팁 순으로 학습을 했다. 서책형교과서의 흐름보다 이미지흐름으로 시선이 유도됨을 알 수 있다[표 11].

<실험3>의 텍스트위주 페이지는 ①내용1 ②문제풀이1 ③이미지 ④내용2 ⑤문제풀이2 서책형교과서와 달리 디지털교과서에서는 서책형 교과서의 순서대로 학습진행 순서가 유지되었다[표 12].

표 10. 디지털교과서의 <실험1> 학습순서 *학습순서(점수)

Table 10. Digital Textbook <Experiment 1> Study Order * Learning order (score)

Personnel	1.Descrip tion	2.Main page	3. Learn this time	4.Learnin gobjectiv es	5.hink Heat	6.Chara cteristic s of rock
1	2(83.3)	1(100)	3(66.6)	4(49.9)	3(66.6)	5(33.2)
2	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
3	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	5(33.2)	4(49.9)	6(16.5)
4	0	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)
5	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
6	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	5(33.2)	4(49.9)	6(16.5)
7	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	5(33.2)	4(49.9)	6(16.5)
8	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	5(33.2)	4(49.9)	6(16.5)
9	0	1(100)	2(83.3)	4(49.9)	3(66.6)	5(33.2)
10	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	5(33.2)	4(49.9)	6(16.5)
Average	78.33	88.31	69.94	43.22	49.9	21.51
Seque nce	2	1	3	5	4	6

표 11. 디지털교과서의 <실험2> 학습순서 *학습순서(점수)

Table 11. Digital Textbook <Experiment 2> Study Order * Learning order (score)

Personnel	1.Content 1	2.Image 1	3.Content 2	4.Tip	5.Image 2
1	2(80)	1(100)	3(60)	0	4(40)
2	3(60)	1(100)	5(20)	4(40)	2(80)
3	1(100)	3(60)	4(40)	5(20)	2(80)
4	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
5	2(80)	1(100)	3(60)	4(40)	5(20)
6	2(80)	1(100)	4(40)	3(60)	5(20)
7	1(100)	2(80)	4(40)	5(20)	3(60)
8	0	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)
9	0	1(100)	0	2(80)	3(60)
10	2(80)	3(60)	0	0	1(100)
Average	68.00	88.00	40.00	36.00	52.00
Sequence	2	1	4	5	3



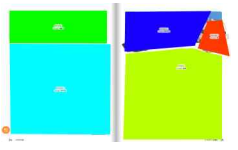



표 12. 디지털교과서의 <실험3> 학습순서 *학습순서(점수)

Table 12. Digital Textbook <Experiment 3> Study Order * Learning order (score)

Personnel	1.Content 1	2.Problem Solving 1	3.Image	4.Content 2	5.Problem Solving 2
1	2(80)	1(100)	5(20)	3(60)	4(40)
2	1(100)	3(60)	4(40)	5(20)	2(80)
3	1(100)	2(80)	4(40)	1(100)	5(20)
4	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
5	1(100)	5(20)	2(80)	3(60)	4(40)
6	1(100)	3(60)	4(40)	5(20)	2(80)
7	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
8	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
9	0	1(100)	4(40)	2(80)	3(60)
10	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
Average	88.00	74.00	50.00	50.00	40.00
Sequence	1	2	3	3	5

디지털의 서책화형교과서의 Gaze Plot과 AOI영역의 시선흐름 평균은 다음 [표 13]과 같다.

표 13. 디지털의 서책형화 교과서의 Gaze Plot과 AOI와 학습순서
Table 13. Gaze Plot, AOI, and Learning Sequence of Digital Book-Book Textbooks

domain	Gaze Plot AOI	Learning order
Experiment 1		
	Learning order: ①Main page ②Learn this time ③ Explanation of lesson ④Learning goal ⑤Heat of thought ⑥Characteristics of rock	
Experiment 2		
	Learning sequence: ① Image 1 ② Content 1 ③ Content 2 (Image) ④ Image 2 ⑤ Tip	
Experiment 3		
	Learning sequence: ①Content1 ②Problem solving1 ③Image ④Content2 ⑤Problem solving2	

<실험1>의 단원설명 페이지는 ①메인페이지 ②이번에 배워요 ③단원설명 ④학습목표 ⑤생각열기 ⑥암석의 특징 순으로 시선이 이동하였으며, 서책형교과서 학습순서보다 무빙이미지부분과 말풍선에 음성아이콘에 클릭이 이루어졌다[표 14].

<실험2>의 이미지위주는 ①이미지1 ②내용1 ③내용2(이미지) ④이미지2 ⑤팁 순으로 학습을 했다. 서책형교과서, 디지털교과서, 디지털의 서책형화 교과서는 시선흐름에서 인터랙션 요소가 많은 <유형2>처럼 각각 다양한 시선차이를 보이지는 않고 이미지부분에서의 4번과 5번 시선에 차이가 나타났다 [표 15].

<실험3> 텍스트위주 페이지는 ①내용1 ②문제풀이1 ③이미지 ④내용2 ⑤문제풀이2 로 시선의 이동이 나타났다. 이 실험에서는 문제풀이 순서대로 디지털교과서와 디지털의 서책형화 교과서의 동일한 흐름이 관찰되었고 서책형교과서에서는 ①문제풀이1 ②내용1의 순서 반대로 나타나 지문을 먼저보고 내용을 으로 선이 이동되는 것으로 파악되었다[표 16].

표 14. 디지털의 서책형화 교과서 <실험1> 학습순서 *학습순서(점수)
Table 14. Digital Book Book Formatting Textbook <Experiment 1> Study Order * Learning order (score)

Personnel	1. Description	2. Main page	3. Learn this time	4. Learning objectives	5. Link Heat	6. Characteristics of rock
1	0	1(100)	2(83.3)	0	3(66.6)	4(49.9)
2	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
3	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
4	0	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)
5	1(100)	2(83.3)	3(66.6)	4(49.9)	5(33.2)	6(16.5)
6	6(16.5)	2(83.3)	5(33.2)	3(66.6)	4(49.9)	1(100)
7	0	1(100)	5(33.2)	2(83.3)	4(49.9)	3(66.6)
8	3(66.6)	1(100)	4(49.9)	6(16.5)	5(33.2)	2(83.3)
9	1(100)	0	0	4(49.9)	3(66.6)	2(83.3)
10	1(100)	5(33.2)	0	4(49.9)	3(66.6)	2(83.3)
Average	58.31	76.64	48.27	48.25	48.23	54.91
Sequence	2	1	4	5	6	3

표 15. 디지털의 서책형화 교과서 <실험2> 학습순서 *학습순서(점수)
Table 15. Digital Book Book Formatting Textbook <Experiment2> Study Order * Learning order (score)

Personnel	1. Content 1	2. Image 1	3. Content 2	4. Tip	2. Image 2
1	0	1(100)	2(80)	0	3(60)
2	0	1(100)	2(80)	0	3(60)
3	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
4	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
5	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
6	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
7	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
8	0	1(100)	2(80)	0	3(60)
9	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
10	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
Average	70.00	86.00	66.00	28.00	32.00
Sequence	2	1	3	5	4

표 16. 디지털의 서책형화 교과서 <실험3> 학습순서 *학습순서(점수)
Table 16. Digital Book Book Formatting Textbook <Experiment3> Study Order * Learning order (score)

Personnel	1. Content 1	2. Problem Solving 1	3. Image	4. Content 2	5. Problem Solving 2
1	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	0
2	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
3	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
4	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
5	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
6	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
7	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
8	0	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)
9	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)

Personnel	1.Content 1	2.Problem Solving 1	3.Image	4.Content 2	5.Problem Solving 2
10	1(100)	2(80)	3(60)	4(40)	5(20)
Average	90.00	82.00	62.00	42.00	20.00
Sequence	1	2	3	4	5

3) 유형별 응시시간(Fixation Time) 비교

세 유형 실험물의 히트맵은 다음 [표17]과 같다.

표 17. 실험자극물 유형
Table 17. Experimental Stimulant Type

Type	<Type1>	<Type2>	<Type2>
	Book Book Textbooks(B)	Digital Textbook(D)	Digital Book Book Formatting Textbook(DB)
Type 1			
	B1	D1	DB1
Type 2			
	B2	D2	DB2
Type 3			
	B3	D3	DB3

<실험1>의 세 유형의 AOI영역 별 평균응시시간은 [표18]과 같다.

표 18. 서책형교과서와 디지털교과서와 디지털의 서책형화 교과서의 <실험1> 평균응시시간

Table 18. Book book type textbooks and digital textbooks<Experiment 1> Average Examination Time

domain	Book Book Textbook	Digital Textbook	Digital Book Book Formatting Textbook	F	p
1.Description	1.13±1.44	1.15±2.07	1.43±3.90	.040	.960
2.Main page	5.57±3.03a	11.82±8.87b	3.61±2.03a	5.992*	.007
3. Learn this time	1.31±1.53	3.39±2.55	2.78±2.42	2.347	.115

domain	Book Book Textbook	Digital Textbook	Digital Book Book Formatting Textbook	F	p
4. Learning objectives	1.22±2.09	.31±.63	.19±.36	1.928	.165
5.hinkHeat	9.27±4.71	6.17±3.53	7.08±3.16	1.712	.200
6.Characteristics of rock	8.21±4.09	11.61±5.86	7.48±4.48	2.054	.148

**p<.01
Duncan test : a<b

<실험1>에서 유형별 평균응시시간을 분석한 결과를 살펴보면 디지털교과서에 동적이미지가 적용된 메인페이지에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다(F=5.992, p<0.01). 디지털 교과서에서 11.82분으로 방문시간이 가장 길었으며, 서책형교과서와 디지털의 서책형화교과서에서 방문시간이 3~5분으로 짧게 나타났다.

단원설명(약 1분, F=0.040, p>0.05), 이번에 배워요(약 1분, F=2.347, p>0.05), 학습목표(약 1분, F=1.928, p>0.05), 생각열기(약 6~9분, F=1.712, p>0.05), 암석의 특징(약 7~11분, F=2.054, p>0.05)에서는 유의미한 차이는 보이지 않았다(그림 5 참조).

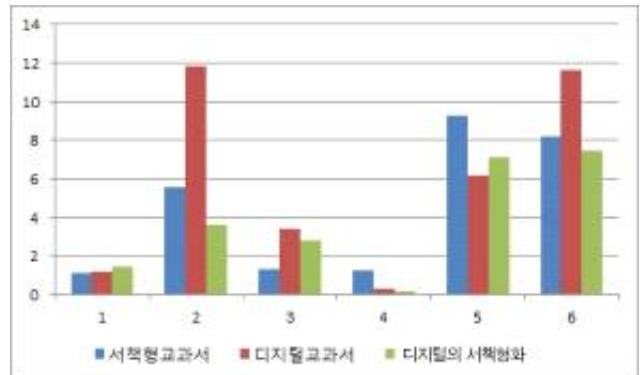


그림 5. <실험1>의 평균응시시간

Fig. 5. Average Examination Time of <Experiment 1>

<실험2>의 세 유형의 AOI영역별 평균응시시간은 다음 [표 19]와 같다.

표 19. 서책형교과서와 디지털교과서와 디지털의 서책형화 교과서의 <실험2> 평균응시시간

Table 19. Book book type textbooks and digital textbooks<Experiment 2> Average Examination Time

domain	Book Book Textbook	Digital Textbook	Digital Book Book Formatting Textbook	F	p
1.Content 1	6.64±3.43	10.91±15.68	9.67±11.69	.367	.696
2.Image 1	7.13±4.55b	3.73±4.46ab	1.27±1.02a	6.246**	.006
3.Content 2	3.03±2.88	10.88±10.15	5.84±5.68	3.303	.052
4.Tip	.81±1.74	1.51±2.62	.04±.11	1.647	.211
5.Image 2	8.47±5.85	11.40±7.00	6.63±3.35	1.836	.179

**p<.01
Duncan test : a<b

<실험2>에서 유형별 평균응시시간을 분석한 결과는 디지털 교과서 경우 한 페이지에 50%이상의 큰이미지가 적용된 ‘이미지1’에서만 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다(F=6.246, p<0.01). 서책형교과서에서 7.13분으로 응시시간이 가장 길었으며, 디지털의 서책형화 교과서가 1.27분으로 응시시간이 가장 짧은 것으로 나타났다.

내용1(약 6~10분, F=0.367, p>0.05), 내용2(약 3~10분, F=3.303, p>0.05), 팁(약 1분, F=1.647, p>0.05), 이미지2(약 6~11분, F=1.836, p>0.05)에서는 유의미한 차이는 보이지 않았다(그림 6참조).

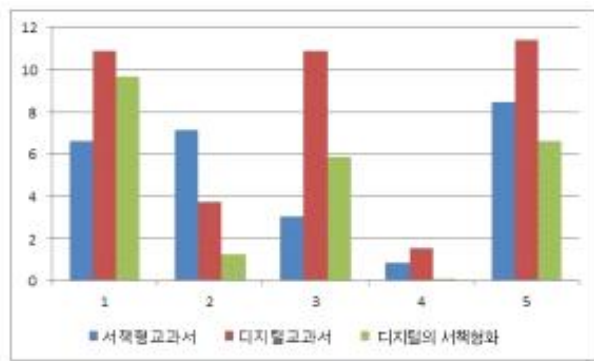


그림 6. <실험2>의 평균응시시간

Fig. 6. Average Examination Time of <Experiment 2>

<실험3>의 세 유형의 AOI영역별 평균응시시간은 다음 [표 20]과 같다.

표 20. 서책형교과서와 디지털교과서와 디지털의 서책형화 교과서의 <실험3> 평균응시시간

Table 20. Book book type textbooks and digital textbooks<Experiment 3> Average Examination Time

domain	Book Book Textbook	Digital Textbook	Digital Book Book Formatting Textbook	F	p
1.Content 1	2.36±4.87a	8.58±6.92b	3.44±2.87a	4.151*	.027
2. Problem Solving 1	5.07±5.96	8.07±5.43	8.09±9.72	.567	.574
3.Image	5.23±8.35	10.85±12.55	10.04±6.21	1.042	.366
4.Content 2	1.44±1.95	4.64±3.13	4.37±4.13	3.089	.062
5. Problem Solving 2	3.95±5.98	6.50±6.03	7.43±6.39	.861	.434

*p<.05
Duncan test : a<b

<실험3>에 대한 유형별 평균응시시간의 차이를 분석한 결과에서는 텍스트가 많고 문제풀이가 함께 있는 경우, 텍스트의 양이 많은 ‘내용2’ 보다 텍스트의 양은 적지만 가장 먼저 나오는 텍스트 ‘내용1’에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다(F=4.151, p<0.05). 디지털교과서가 8.58분으로 방문시간이 가장 길었으며, 서책형교과서와 디지털의 서책형화 교과서의 방문시간은 상대적으로 짧은 것으로 나타났다.

내용2(약 5~8분, F=0.567, p>0.05), 문제풀이1(약 5~10분, F=1.042, p>0.05), 문제풀이2(약 1~4분, F=3.089, p>0.05), 이미지(약 3~7분, F=0.861, p>0.05)에서는 유의미한 차이는 보이지 않았다(그림 7참조).

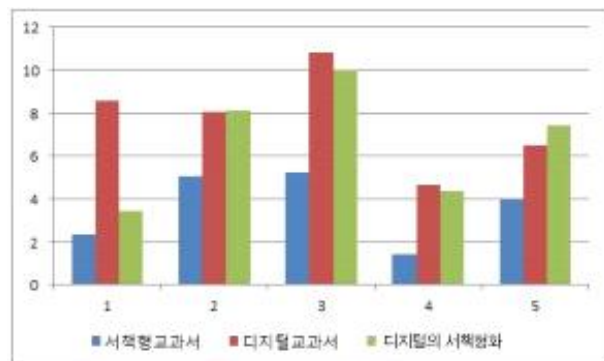


그림 7. <실험3>의 평균응시시간




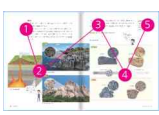
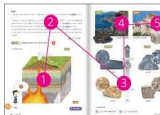




Fig. 7. Average Examination Time of <Experiment 3>

4) 유형별 시선흐름 비교

세 유형의 실험물의 학습순서에 대한 종합결과는 [표21]과 같다.

표 21. 서책형교과서와 디지털교과서와 디지털의 서책형화 교과서의 학습순서 비교

Table 21. Comparison of Learning Order of Bookbook Type Textbook, Digital Textbook and Digital Book Type Textbook

Type	<Type1>	<Type2>	<Type2>
	Book Book Textbooks(B)	Digital Textbook(D)	Digital Book Book Formatting Textbook(DB)
Type 1			
	① Section explanation ② Section description image ③ Learn this time ④ Learning objective ④ Thinking ⑥ Characteristics of rock	① Description of Unit ② Characteristic of rock ③ Learning objective ④ Heater ⑤ Description ⑥ Learn this time	① Description of Unit ② Learn this time ③ Lesson explanation ④ Learning objectives ⑤ Open mind ⑥ Characteristic of rock
Type 2			
	① Content 1 ② Image 1 ③ Content 2 ④ Image 2 ⑤ Tip	① Image 1 ② Contents 1 ③ Image 2 ④ Content 2 (Image) ⑤ Tip	① Image 1 ② Content 1 ③ Content 2 (Image) ④ Image 2 ⑤ Tip
Type 3			
	① Problem Solving 1 ② Description 1 ③ Image ④ Contents 2 ⑤ Problem solving 2	① Content 1 ② Problem Solving 1 ③ Image ④ Contents 2 ⑤ Problem Solving 2	① Description 1 ② Problem Solving 1 ③ Image ④ Contents 2 ⑤ Problem solving 2

<실험1>에서는 <유형1> <유형2> <유형3> 모두 다른 학습 순서가 나타났다. 서책형 교과서인 <유형1>은 단원설명 이미지가 크게 배치되어 있어 단원설명을 첫 번째로 응시했으며 위에서 아래 순서로 학습순서가 나타났다. 디지털 교과서인 <유형2>는 동적이미지가 있는 단원설명 이미지를 그리고 두 번째로 우측페이지에 인터랙션이 있는 이미지로 학습순서가 이동했으며 다시 좌측페이지로 학습순서가 이동했다. 디지털의 서책화형 교과서인 <유형3>은 동적이미지는 없지만 가장 큰 이미지인 단원설명 이미지로 학습순서가 첫 번째로 이동한 후, 서책형교과서와 같이 왼쪽 페이지에서 오른쪽 페이지로 시선이 이동했다.

<실험2>에서 서책형 교과서인 <유형1>은 <실험1>에서와 같이 이미지보다는 책의 상단에 있는 텍스트에 학습순서가 시작 되었으며, 별도의 아이콘이나 구분이 없는 경우에는 위에서 아래의 순서로 학습순서가 이동한 후, 우측 상단에 있는 '팁'에서 학습순서가 종료되었다. 디지털교과서인 <유형2>에서는 하나의 이미지가 한 페이지에 50%이상의 비율로 차지하는 이미지에서 학습순서가 시작되어 서책형 교과서 <유형1>과 차이가 나타났다. <실험2>에서는 모두 '팁'항목에서 학습이 종료되었다.

<실험3>에서 서책형교과서인 <유형1>은 <실험1>과 <실험2>의 위에서 아래로 향하는 학습순서와 달리 중간에 위치한 문제를 보고 다시 상단에 있는 지문을 보는 것으로 나타났다. 디지털교과서인 <유형2>와 디지털의 서책화형교과서인 <유형3>은 같은 학습순서가 나타났으며 서책형교과서 <유형1>처럼 텍스트를 응시한 후, 위에서 아래로 학습순서가 이동했다. <실험3>의 문제풀이 페이지에서는 <유형1>, <유형2>, <유형3>이 1번과 2번 시선을 제외하고는 모두 같은 학습순서가 나타났다. 순서가 있는 문제풀이의 특성상 학습순서도 위에서 아래로 순차적으로 이루어지는 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 실험에서는 서책형교과서와 디지털교과서, 그리고 서책형교과서와 디지털교과서의 이미지 크기가 차이가 있어 디지털교과서를 프린트하여 디지털교과서와 레이아웃이 동일한 디지털의 서책화형교과서를 실험물로 클래스형 아이트래커를 이용하여 실험하였다.

세 유형은 모두 학습시간이 달랐으며 학습시간의 차이를 만드는 요인으로서는 움직이는 이미지, 한 페이지에 50% 이상의 이미지를 사용했을 때, 그리고 문제풀이에서 첫 번째 텍스트가 학습시간에 영향을 준다는 것을 밝혔다. 학습순서 또한 문제풀이 페이지에서 디지털교과서와 디지털의 서책화형교과서를 제외하고는 모두 다른 것으로 밝혀졌다.

2018년부터 보급된 디지털교과서는 순차적으로 적용되어 2021년에는 초등학교 3~6학년 사회, 과학, 영어가 보급되고 중학교 1~3학년 사회, 과학, 영어가 고등학교는 영어, 영어회화, 영어 독해와 작문, 영어 I, II가 보급된다.

이와 같이 디지털교과서의 보급이 늘고 있는 상황에서 단순히 서책형교과서에 디지털화를 위한 링크 및 동적이미지 추가가 디지털교과서의 역할이라고 할 수 없다. 디지털교과서는 자기주도학습시 서책형교과서의 학습목표를 수행함과 동시에 서책형교과서에서는 학습하기 힘든 다양한 자료들을 학습함으로써 창의적이고 융합적 사고를 하는데 도움을 주어야 한다. 그렇기 때문에 디지털교과서만의 시각적주의를 고려한 아이콘 종류와 배치 동적이미지에 대한 크기와 수량이 학습능률에 가장 적합한지에 대한 연구가 필요하다고 하겠다.

참고문헌

- [1] Related Ministries. Government Nationwide Project. Sejong: The Office for Government Policy Coordination. 2013.
- [2] Il-Ho Yang · Seong-Un Kim, “Eye movement analysis of the editorial design in elementary science textbook,” *Brain, Digital, & Learning*, Vol. 5, No. 3, pp.19-34, 2015.
- [3] Knowles, M. S. Self-directed learning: A *guide for learners and teachers*, Vol. 2, No. 2, p. 135, 1975.
- [4] GHo Kim, Su Hyun Boo, Jae-Hwi Kim, “Effects of depth perception cues in visual attention to advertising using eye tracker,” *The Korean Journal of Advertising and Public Relations* Vol. 9, No. 2, .pp. 277-310, 2007
- [5] Yang Eun Chung, “The Psychological Study on Korean Industrial Organization,” *The Korean Journal Of Social And Personality Psychology*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-31, 1984
- [6] Dae-Wook Kim, “The Society of Digital Policy & Management,” *Journal of Digital Convergence*, Vol. 17, No.3, pp. 413-425, 2019
- [7] C. Janiszewski, “Preconscious processing effects: The independence of attitude formation and conscious thought,” *Journal of Consumer Research*, Vol.15, pp.199-209, 1988.
- [8] Lee, Mi Jar, “Evaluation and Improvement Strategies of Digital Textbook for Instructional Suitability,” *The Journal of Korean Teacher Education*, Vol.29, No.1, pp. 441-467, 2012.
- [9] Oh Yung Kwon, Hyun Jung Shin. “Effects of Target Types and Locations on Visual Detection Performance,” *The Korean Journal Of Cognitive And Biological Psychology*, Vol.14, No. 2, pp. 127-143, 2002.
- [10] Keum, C., Boo, G., Lee, M., Moon, S. & Park, J. “The study on the evaluation of textbook editing design,” *Korean Journal of Publishing and Periodical Studies*, Vol.17, No. 1, pp. 7-61, 2009.
- [11] Lee, Soo-Bum, Lee, Hee-Bok, Shin, Myoung-Hee, “Exploring the Virtual Advertising Effects Using Eye Tracking,” *The Korean Journal of Advertising*, Vol.22, No.5, pp. 99-125, 2011.
- [12] Lee, Hyang Eun · Shim, Hyo Young, “Eye Tracking User Research for Comparative Advantage Analysis of Premium Design Elements,” *The Korean Society Of Design Culture*, Vol.21, No.2, pp. 563-574, 2015.
- [13] Shin, W, “A review of eye tracking method in elementary science education research,” *Journal of Korean Elementary Science Education*, Vol.35, No.3, pp. 288-304, 2016.
- [14] Park, Jung-Sun, Jeong, HyeonJu, “The Study on the Measurement of Consumer Effect for OOH Advertisements Utilizing Eyetracker,” *The Korean Journal of Advertising*, Vol.25, No.6, .pp.135-168, 2014.
- [15] Hyojeong Park, Donghoon Shin, “Analysis of Processes in Reading about 'Science Stories' in 6th Grade Science Textbook Using Eye-tracking,” *Journal of the Korean Association for Science Education*, Vol. 35, No. 3, pp. 383-393, 2015.
- [16] Shin, Dong-hoon, Choi, Hyun-dong, “Differences in Eye Movement between Elementary School Teachers and Students during Understanding Textbook Illustrations,” *Biology Education*, Vol.41, No. 2, pp 198-210, 2013.
- [17] Lee Jae-Seung, Shin Dong-hoon, “The Unit-introduction Development of Korean Textbook in the Elementary School through the Eye Tracking Method II: Focusing on the Introductory Question and Speech-bubbles,” *Korean Journal of Elementary Education*, Vol. 23, No. 3, pp. 89-109, 2012.
- [18] Min, Ji Young, “A Study on the Color Cognition of Textbooks for Improving Visual Attention,” *Journal of The Korean Society of Illustration Research* Vol. 58, pp. 85-95, 2019.
- [19] Song, Hyun-soon, “Elementary School Students' Eye Tracking Research in Search of Contents of Practical Arts Textbooks,” *Journal of Korean Practical Arts Education*. Vol. 31, No. 4, pp. 69-89, 2018.
- [20] Shin, Won-Sub, “Analysis of Elementary School Students' Visual Attention on the Editorial Design of ‘Structure and Function of Our Body’ in the 2007· 2009 Revised Elementary Science Textbook,” *The Korean Society of Elementary Science Education*, Vol. 36, No. 4, pp. 428-438, 2017.



노상용(Sang-Yong No)

2010년:홍익대학교 산업미술대학원 (미술학석사)
2018년:홍익대학교 시각디자인 박사 수료

※ 관심분야 : 디지털교과서(Digital textbook), 증강현실(AR), 사용자경험(UX) 등



이연준(Youn-Joon Lee)

Lancaster University
디자인학박사

현재: 홍익대학교 시각디자인과 교수

※ 관심분야 : Design Strategy & Capability Management, UX/Service Design, Branding, Designerly ways (Design Thinking), Design Methods.