

iBooks Author를 활용한 시각 기관 디지털 교재 개발

최윤진, 엄안흠*
한국교원대학교

Development of a Digital Textbook on Visual Organs Using iBooks Author

Yun-Jin Choi & Ahn-Heum Eom*
Korea National University of Education

<ABSTRACT>

The purposes of this study was to develop a digital textbook on visual organs for middle school students in Korea. The digital textbook was developed on Mac and iPad using a iBooks Author program as a authorizing tool. The application and evaluation of the digital textbook were conducted for 15 students of 2nd grade in a middle school using a questionnaire. Nine items in the user domain were evaluated using the 5-point Likert scale. The evaluation results showed that various multimedia contents in the digital textbook helped to elicit an interest in learning the structure of the visual organ. By using the digital textbook developed in this study, it is expected that students will have an interest in the structure of the eye, eliminate their misconceptions about the visual accommodation process of the lens and the paths of the image formation on the retina, and have greater scientific understanding.

Key words: digital textbook, visual organs, iBooks Author

I. 서론

Trilling & Fadel(2009)는 21세기 학습자가 가져야 할 역량을 학습 및 혁신능력, 생애 및 경력 개발 능력, 정보·미디어·테크 능력 세 가지로 제시하고 있다. 스마트 교육은 이러한 21세기 학습자 역량을 강화하기 위한 맞춤형 교육으로 교육환경, 교육내

용, 교육방법 및 평가 등 교육체제를 혁신하는 동력이다(Korea Ministry of Education and Science Technology, 2011)

디지털 교과서는 다양한 장점을 가지고 있다. 동영상, 애니메이션, 가상현실, 하이퍼링크 등 첨단 멀티미디어 기능을 통합하여 제공할 수 있으며 학습자는 사회 각 기관의 학습자료 데이터베이스와 연계하여 폭넓은 학습 자료를 제공 받을 수 있게 된

* 교신저자 : 엄안흠 eomah@knue.ac.kr

Received July 27, 2016; Accepted August 15, 2016; Published August 31, 2016

© 2016. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

다. 또한 밑줄, 노트 기능과 학습자의 능력에 맞춘 지도관리 및 평가 기능도 갖추고 있어 학생들은 자신의 적성과 수준에 맞는 개별학습을 할 수 있다. 따라서 21세기 학습자 역량을 강화시키고 시대적 요구에 부합하기 위해 다양한 디지털교과서의 개발이 요구되고 있다.

이와 같은 장점을 지닌 디지털 교과서의 개발 및 적용을 위하여 교육인적자원부는 2011년 ‘스마트 교육 추진전략’을 발표하였다(Korea Ministry of Education and Science Technology, 2011). 스마트 교육 추진전략에 따르면 교과 내용을 기반으로 다양한 멀티미디어 자료와 평가문항, 학습 관리 기능이 포함된 디지털교과서를 개발 및 관리하고, 디지털교과서를 활용한 스마트학습 모델을 개발하고 연구학교를 운영하여 모델을 적용하며, 디지털교과서의 개발 및 적용을 위해 관련된 법과 제도를 정비할 계획이다. 또한 디지털교과서의 도입을 통해 학생의 흥미와 적성에 따른 다양한 방식의 교육과 맞춤형 학습으로 창의적 인재를 양성하고, 교사는 풍부한 교수학습 자료를 학교 교육에서 자유롭게 활용할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

본 연구의 목적은 중학교 2학년 과학과 교육과정 중 시각 기관 단원에 대한 디지털 교재를 개발하는 것이다. 이 단원에 대한 디지털교과서 개발의 필요성은 다음과 같다.

첫째, 눈의 구조와 수정체의 두께가 조절되는 과정은 입체적이다. 그러나 서책형 교과서는 눈의 구조와 수정체의 두께 조절 과정을 평면적인 사진과 텍스트로 제시하고 있다. 그러므로 디지털 교과서의 동영상 삽입, 애니메이션 제작, 다양한 그림이나 사진의 삽입 기능을 통해 눈의 구조 및 수정체의 두께가 조절되는 과정을 입체적으로 표현하여 학생들의 이해를 도와주어야 한다. 본 교재에서는 소 눈해부 동영상을 통해 눈의 구조를 입체적으로 제시하여 눈의 구조에 대한 이해를 돕고, 고무풍선과 실과 고무줄을 이용한 수정체의 두께 조절 동영상을 통해 ‘진대가 근육처럼 수축이나 이완을 한다.’는 오개념을 과학적 개념으로 변화시키고 수정체의 원근 조절 과정에 대해 논리적으로 이해할 수 있도록 하였다.

둘째, 눈에서 물체의 상이 망막에 맺히는 경로는

물리학적인 개념과 함께 이해되어야 한다. 그러나 교과서에 제시된 망막에 상이 맺히는 경로 삽화는 반사, 굴절, 초점 등의 물리학적인 개념과 관련지어 설명되지 않아 학생들의 이해에 어려움을 주고 있다(Seo et al., 2010). 또한 시각에서 상이 맺히는 경로에 대한 생물 전공 교사의 작도유형을 분석한 결과 교사들이 기본적인 작도 원리에 대한 이해가 부족하였으며 물체의 한 점으로부터 출발하는 반사광선의 수와 초점과 상점에 대해 오개념을 가지고 있다(Kim et al., 2010). 그러므로 망막에서 상이 맺히는 경로를 설명하기 전에 반사, 굴절, 초점 등의 물리학적인 개념을 먼저 설명해야 하며, 물리학적인 개념에 맞는 정확한 삽화를 제시하여 교사와 학생의 오개념 형성을 막아야 한다. 이에 따라 본 디지털 교재에서는 수정체와 같은 볼록렌즈에 의한 상을 작도하는 원리를 순서대로 나타낸 이미지를 단계별로 제작하여 각 단계의 이미지를 한 화면에 제시함으로써 교사와 학생 모두 망막에 상이 맺히는 경로에 대한 과정을 물리학적인 개념과 관련지어 정확히 이해할 수 있도록 하였다.

셋째, 다양한 교수 학습 자료의 제공을 통해 시각 기관에 대한 흥미를 느낄 수 있는 교재가 필요하다. 본 교재는 다양한 멀티미디어 위젯 기능을 활용하여 시각 기관을 다양한 각도에서 체험할 수 있는 경험을 제공하였다.

이와 같은 필요성에 따라 이 연구에서는 다양한 멀티미디어 위젯 기능을 활용하여 시각 기관 구조 학습에 대한 흥미를 높이고, 시각 기관에 대한 올바른 이해를 도와줄 수 있는 디지털교과서를 제작하였다. 본 디지털 교과서는 저작 도구인 iBooks Author를 사용하여 중학교 2학년 과학과 교육과정 중 ‘시각 기관’에 대한 디지털 교재를 개발하였으며, 학생들에게 적용한 후 디지털 교과서의 평가준거(Jeong, 2008)에 따라 효과성을 평가하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 개발 과정

본 연구의 디지털 교재 개발은 디지털교재 개발 계획 수립, 사진 및 동영상 자료의 제작, 스토리보드 작성 및 디지털 교재 제작, 디지털 교재의 적용 및 평가의 단계를 거쳐 개발하였다.

가. 디지털 교재 개발 계획 수립

디지털 교과서의 이론적 배경에 대한 다수의 논문을 검토하여 디지털 교재 개발의 목적 및 필요성을 연구하였다. 또한 서책형 교과서에 제시된 ‘시각 기관’ 단위 삽화의 문제점 및 이로 인해 유발되는 교사와 학생의 오개념에 대한 논문을 조사하였다. 개발 단원은 다양한 멀티미디어 자료를 구할 수 있고 사진 및 동영상 제작이 쉬운 단원인 ‘시각 기관’으로 설정하였다. ‘시각 기관’ 단원은 현재 디지털 교재로 개발되지 않았으며 서책형 교과서에서 ‘시각 기관’을 물리학적인 개념과 연계하여 제시하지 않고 있다. 이로 인해 학습자는 ‘시각 기관’ 단원에 대해 논리적으로 이해하지 않고 단순히 암기하며 교사와 학생이 다양한 오개념을 가지게 되는 분야이다. 분량은 5차시로 시각 기관에 대한 다양한 탐구 과정과 물리학적인 개념을 포함시켜 계획을 수립하였다.

나. 사진 및 동영상 자료의 제작

학생들의 흥미를 유발하기 위해 다양한 이미지, 그림, 사진을 직접 제작하거나 촬영하였다. 또한 눈의 구조 및 조절 과정을 입체적이고 생동감 있게 보여주기 위해 다양한 탐구 실험 동영상 자료를 직접 촬영하였다. 촬영 및 제작한 자료는 좀 더 이해가 쉽도록 편집하여 개발한 자료의 완성도를 높였다. 직접 제작이 힘든 사진 및 이미지는 저작권이 해결된 이미지를 유료사이트에서 구입하여 저작권 문제가 발생되지 않도록 하였다.

다. 스토리보드 작성 및 디지털교재 제작

디지털 교재의 각 페이지에서 자료 및 텍스트의 배치에 대한 화면 구성을 한 눈에 알아보기 쉽도록 스토리 보드를 작성한 후, 개발한 자료를 이용하여 ‘시각 기관’ 디지털 교재를 제작한다.

라. 적용 및 평가

개발한 디지털 교재를 학생 15명에게 적용하였으

며 적용 후에 설문지를 통해 평가 받았다.

2. 개발 도구

본 연구의 디지털 교재의 저작도구로 iBooks Author 프로그램을 사용하였다. iBooks Author는 전자책을 만들고 출판할 수 있는 어플리케이션으로 Mac의 App store에서 다운로드하여 사용하였다. OS X 10.7.2 버전의 운영체제가 설치되어 있는 Mac 컴퓨터를 사용하였다. 또한 디지털 교재에 삽입될 자료의 제작은 Hype와 Bookry, Window Movie Maker 개발 도구를 사용하여 제작하였다.

가. iBooks Author

iBooks Author는 다양한 멀티미디어 위젯 기능을 지원하여 일반 사용자도 쉽게 전자책을 제작 및 편집할 수 있도록 해주며 디지털교과서를 매개로 하여 교사와 학생 또는 학생과 학생 사이의 역동적인 상호작용을 가능하게 한다. 위젯이란 아주 간단한 기능을 가진 응용프로그램을 의미하며 iBooks Author의 멀티미디어 기능을 제공하는 위젯에는 미디어 위젯, 대화식 이미지 위젯, 갤러리 위젯, 복습 위젯, HTML위젯, Keynote 위젯, 3D 위젯이 있다. 본 교재에서는 미디어, 갤러리, 대화식 이미지, 복습, HTML 위젯을 사용하여 제작하였다.

나. Hype

움직이는 애니메이션 자료를 만들 수 있는 어플리케이션으로 Mac의 App store에서 다운로드 하여 사용하였다. 각 구조의 명칭이 적힌 버튼을 터치하면 화면이 바뀌어 해당하는 부분의 명칭에 대한 이미지와 설명이 제시된다. 한 개의 화면에 많은 장면의 텍스트와 이미지를 삽입할 수 있으며 특정 구조의 명칭과 기능을 설명할 때 효과적이다.

다. Bookry

HTML5 기능을 가진 다양한 위젯을 만들 수 있는 인터넷 사이트(www.bookry.com)에서 무료로 흥미로운 위젯을 제작할 수 있다. 비교적 간단한 방법으로 위젯을 제작할 수 있으며 매 년 새로운 위젯 형식이 개발되고 있어 Bookry에서 제작한 위젯은

iBooks Author의 HTML위젯으로 쉽게 삽입할 수 있다. 디지털 교재를 매개로 교사와 학생, 학생과 학생간의 다양한 상호 작용이 가능하게 해 주므로 학생의 생각을 표현하게 하는 활동이나 논의 구조를 표현하는 활동에 유용하다. 본 교재에서는 Bookry의 다양한 위젯 중에서 노트패드위젯, Memory위젯, Drag and Drop 위젯, 스케치 패드 위젯, 단어 추측하기 위젯, Before and after위젯 등을 사용하여 학습자의 흥미를 높였다.

3. 자료 수집

가. 이미지

교재에 삽입될 사진은 휴대폰 카메라와 디지털 카메라를 이용하여 직접 촬영하였다. 인물 사진은 학생들의 동의를 구한 후 촬영하였고 일부 그림은 교과서나 인터넷 사이트의 그림을 참고하여 색채도구를 사용하여 직접 제작한 후 촬영하였으며 전문적인 사진은 셔터 스톡 인터넷 유료 사이트(www.shutterstock.com)에서 저작권이 해결된 사진을 구입하였다. 촬영한 사진 또는 그림은 파워포인트 2010 프로그램 내의 서식 도구, Window 보조프로그램의 그림판, Photo Wonder 어플리케이션을 사용하여 편집하였다.

나. 동영상

교재에 삽입될 동영상은 휴대폰 카메라와 디지털 카메라, 삼각대를 이용하여 직접 촬영하였으며 촬영한 동영상은 window movie make 프로그램을 사용하여 편집하였다. window movie make에서 촬영한 동영상에 제목 또는 자막을 추가하거나 동영상의 불필요한 화면이나 소리를 제거하였다. 또는 Video Show 어플리케이션으로 촬영한 사진을 연결하고 음악을 추가하여 동영상을 제작하였다.

다. 텍스트

텍스트는 5개 출판사의 서책형 교과서와 참고서의 ‘시각기관’ 소단원과 ‘빛의 굴절과 반사’ 중단원의 내용을 참고하여 작성하였으며 중요한 단어는 진하게 표현하여 강조하였으며 학생들이 이해하기 쉬운

용어를 사용하였다.

4. 적용 및 평가

개발한 디지털 교과서의 적용은 서울특별시 소재 S중학교 2학년 방과 후 학생 15명을 대상으로 실시하였다. 본 교재를 적용하기 위해서는 중학교 2학년 ‘자극과 반응’ 대단원의 ‘시각 기관’ 소단원과 ‘빛과 파동’ 대단원의 ‘빛의 반사와 굴절’ 중단원의 일부 소단원과 연계되어야 하기 때문에 교사의 재량으로 교육과정을 재구성하여 운영해야 한다. 그러나 실제 학교 정규 수업 시간에는 교사 간 수업 운영 방식 차이, 정기 고사로 인한 수업 시수 부족 등으로 통합하여 운영하기는 어렵다. 따라서 본 교재는 중학교 2학년 학생을 대상으로 정규 수업 시간이 아닌 방과 후 수업 시간에 적용하였다. 총 5차시의 수업을 진행 하였으며 아이패드 사전 교육 후 1회 30분씩 총 5회 150분에 걸쳐 학습자의 속도에 맞게 자유롭게 디지털 교과서를 사용하도록 하였다.

평가는 학생 평가(사용자 평가)를 설문지의 형태로 실시하였으며 평가 문항은 Jeong(2008)의 디지털 교과서의 평가준거 개발 중 사용자 영역의 평가 문항을 인용하였다. 시각 기관에 대한 오개념의 과학적 개념으로의 변화는 디지털 교재를 사용하기 전과 후에 수정체의 원근 조절 과정과 망막에 상이 맺히는 경로에 대한 평가 문항 2문항을 풀어보게 한 후 학생들의 평가 결과를 비교하여 시각 기관에 대한 오개념의 과학적 개념으로의 변화를 평가하였다. 사용자 영역 평가 문항 9개 문항을 5점 리커트 척도로 평가하였다.

III. 결과 및 논의

1. 개발된 디지털교재의 사례

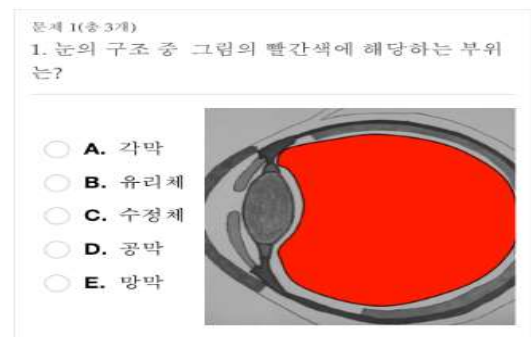
디지털 교과서란 교과내용과 참고서, 문제집 학습사전, 공책, 멀티미디어 요소 등의 기능을 연계한 미래형 교과서이다(Korea Ministry of Education and Human Resources Development, 2007). 본 디

지텔교과서는 이러한 목적에 부합하도록 제작하였다. 본 디지털교과서의 교과내용요소의 사례는 [Figure 1]과 같다. 텍스트는 중학교 2학년 수준에 맞는 용어를 사용하였으며 이미지는 텍스트 내용에 적합한 부분에 삽입하였다.



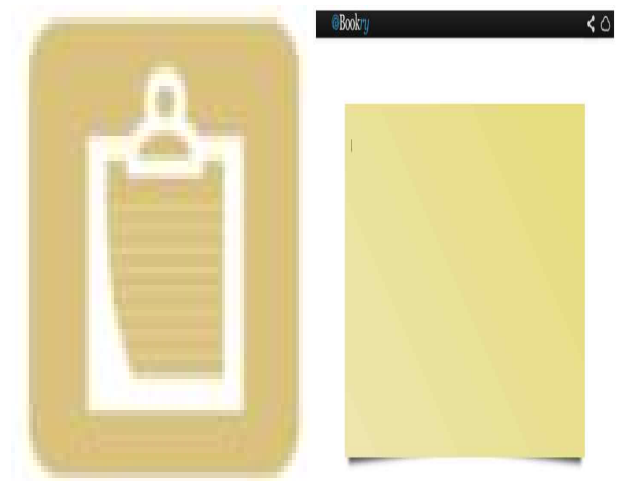
[Figure 1] Content elements

문제집 요소는 iBooks Author에서 제공하는 복습 위젯을 활용하였다. 복습 위젯은 한 화면에 많은 수의 문제를 제시할 수 있고 즉각적인 피드백이 가능하다. 복습 위젯을 활용한 문제집 요소의 사례는 [Figure 2]와 같다.



[Figure 2] Workbooks elements

공책 요소로는 Bookery에서 제공하는 노트 패드 위젯을 사용하였다. 노트 패드 위젯을 터치하면 노트가 제공되며 키보드의 자판을 사용하여 학습내용을 입력할 수 있는데 학생의 생각을 표현하거나 망막에 상이 맺히는 경로에 대한 선 개념을 조사할 때 유용하다. 노트 패드 위젯을 활용한 공책 요소의 사례는 [Figure 3]과 같다.



[Figure 3] Notebook elements

멀티미디어 요소로는 미디어 위젯, 갤러리 위젯, 대화식 이미지 위젯, HTML위젯을 사용하였다. 미디어 위젯에서는 학생들의 오개념이 많이 발생하는 수정체의 원근조절 과정을 입체적으로 보여주어 원근조절에 대한 과학적 개념이 형성되도록 하였으며 갤러리 위젯을 통해 실험 과정을 단계별로 안내하고

소 눈의 명칭과 기능을 효과적으로 설명하였다. 대화식이미지 위젯은 전체 이미지에 대한 부분 이미지의 명칭과 특성이 제시된다. 실험 도구에 대한 역할을 설명하거나 눈의 전체 구조에 대한 부분 구조의 명칭과 기능을 설명할 때 유용하다. 미디어 위젯, 갤러리 위젯, 대화식 이미지 위젯을 활용한 멀티미디어 요소의 사례는 [Figure 4]와 같다.



[Figure 4] Multimedia elements

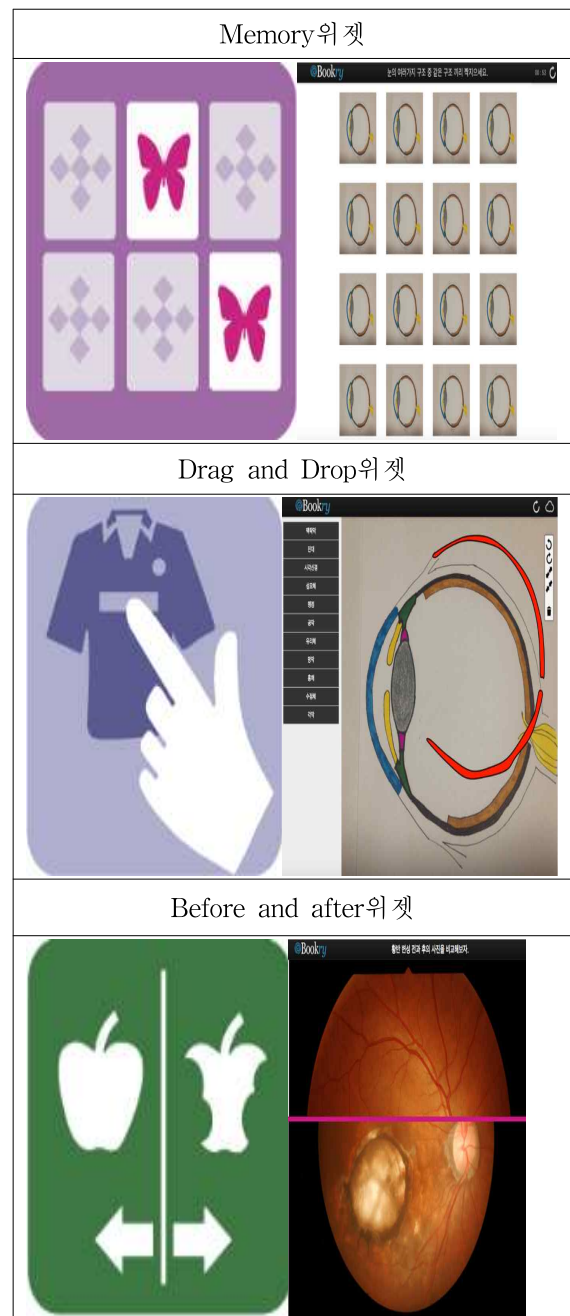
HTML위젯은 디지털교과서 안에 다양한 애니메이션 효과를 통해 학생과 교재 사이의 활발한 상호작용을 가능하게 해준다. HTML 위젯은 다양한 기능을 통해 제작할 수 있으며 본 교재에서는 Hype와 Bookry 를 활용하여 제작하였다. Hype위젯은 각 구

조의 명칭이 적힌 버튼을 터치하면 화면이 바뀌어 해당하는 부분의 명칭에 대한 설명이 제시된다. 눈의 각 구조의 명칭과 기능을 설명할 때 사용되었으며 Hype위젯을 활용한 멀티미디어 요소는 [Figure 5]와 같다.



[Figure 5] Multimedia elements : Hype widget

bookry 인터넷 사이트에서도 다양한 기능의 위젯을 제작할 수 있다. 그 중 본 교재에서는 Memory 위젯, Drag and Drop 위젯, Before and after 위젯을 활용하였다. Memory 위젯은 학습자의 기억력을 통해 정해진 시간에 같은 그림을 찾는 기능으로 그림의 짝을 맞추는 활동을 통해 눈의 구조를 학습할 수 있도록 형성평가로서 활용하였다. Drag and Drop 위젯은 정해진 시간 안에 마우스의 Drag and Drop 기능을 이용하여 세부 구조에 해당하는 이미지를 전체 구조의 올바른 위치에 배치시키는 기능으로 눈의 각 부분을 배치시키는 과정을 통해 눈의 구조 학습에 대한 흥미를 높일 수 있다. Before and after 위젯은 이미지의 전과 후를 비교하여 보여주는 기능이다. 두 이미지를 비교해서 보여주기 때문에 학습자는 전과 후의 이미지의 공통점과 차이점을 생각해볼 수 있다. 본 교재에서는 황반이 변성되기 전과 후의 망막의 모습을 비교할 때 사용하였다. Memory 위젯, Drag and Drop 위젯, Before and after 위젯을 활용한 멀티미디어 요소는 [Figure 6]과 같다.



[Figure 6] Multimedia elements : Bookry widget

2. 디지털교재의 적용 및 평가

평가 결과를 분석하면 인지적 효과성과 정의적 효과성에서 긍정적인 반응을 보였다. 학습 내용에 대한 이해 여부와 학습에 대한 흥미는 높게 유지되었으며 학습활동과 의사소통의 만족성에서는 멀티미디어 자료가 학습하는데 도움이 되었는지에 대한 점수가 높게 나왔다. 즉, 디지털 교재 내의 다양한 멀티

미디어 자료가 시각 기관의 구조 학습에 대한 이해를 향상시키고 흥미를 유발하는데 도움을 주었다. 사용자 평가 문항 및 평가 내용의 결과는 [부록1]과 같다.

또한 오개념의 과학적 개념으로의 변화는 디지털 교재를 사용하기 전과 후에 수정체의 원근 조절 과정과 망막에 상이 맺히는 경로에 대한 평가 문항 2 문항을 풀어보게 한 후 학생들의 평가 결과를 비교하여 시각 기관에 대한 오개념의 과학적 개념으로의 변화를 평가하였다. 시각 기관에 대한 오개념의 변화를 알아보기 위한 평가 문항 및 평가 결과는 [부록 2]와 같다.

평가 결과를 분석하면 디지털 교재 사용 후에 진대의 움직임에 대한 문항의 정답률은 27%에서 80%까지 증가하였으며, 빛의 이동경로에 대한 문항의 정답률은 13%에서 67%로 크게 증가하였다. 즉, 디지털 교재 사용을 통해 '진대가 근육처럼 수축하거나 이완한다.'는 오개념이 '진대는 단백질로 느슨해지거나 팽팽해진다.'는 과학적 개념으로 변화하는데 긍정적인 영향을 주었으며, 물리화적인 개념 학습을 통해 '초점에 상이 맺힌다.'는 오개념에서 '초점과 상

첫째, 시각 기관 구조 학습에 대한 흥미가 높아졌다. 본 교재에서는 눈의 구조 학습을 한 후 다양한 멀티미디어 위젯을 활용하였다. 학습자는 위젯을 사용하는 과정을 통해 학습한 내용을 적용 하게 되었으며 그 과정에서 흥미를 느꼈다. 그러므로 교사가 학습자의 수준과 흥미에 맞는 위젯을 제작하여 제시한다면 다양한 형태의 교재가 개발될 수 있다. 둘째, 디지털 교과서를 통해 시각 기관의 구조와 수정체의 원근 조절 과정에 대한 이해도가 향상되었다. 본 교재에서는 눈의 구조와 눈의 원근 조절 과정을 소 눈해부 동영상과 수정체의 원근 조절 과정 동영상을 통해 입체적으로 제시하였다. 특히 수정체의 원근 조절 과정에서 '진대가 근육으로 수축하거나 이완한다.'라는 오개념을 '진대는 단백질로 느슨해지거나 팽팽해진다.'라는 과학적 개념으로 변화시켜 수정체의 원근 조절 과정에 대한 개념 이해도를 높였다. 셋째, 망막에 상이 맺히는 과정을 물리화적인 개념과 연계하여 제시하여 시각 기관에 대한 오개념을 과학적 개념으로 변화시키고 시각 기관에 대한 올바른 이해를 도와주었다. 본 교재에서는 볼록렌즈에 의한 상

점이 다르다.'는 과학적 개념으로 변화하는데 도움을 주었다.

IV. 결론

본 연구에서는 다양한 멀티미디어 위젯 기능을 활용하여 시각 기관의 구조 학습에 대한 흥미를 높이고, 눈의 구조와 원근 조절 과정을 동영상과 함께 입체적으로 제시하여 이해를 높이며, 망막에 상이 맺히는 과정을 물리화적인 개념과 관련지어 설명하여 시각 기관에 대한 오개념을 과학적 개념으로 변화시키기 위해 중학교 2학년 시각 기관에 대한 디지털 교재를 개발하였다.

디지털 교재는 Mac 컴퓨터에서 iBooks Author를 사용하여 제작하였으며 적용은 iPad를 통해 중학교 2학년 방과 후 학생 15명을 대상으로 실시하였다. 위의 과정을 통해 본 연구자가 제작한 디지털 교과서의 적용 결과는 다음과 같다. 첫째, 시각 기관

작도 원리를 순서대로 나타낸 이미지를 단계별로 제시하고, 볼록렌즈의 상 작도 원리를 적용한 정확한 삽화를 제공함으로써 '초점과 상점이 같다.'라는 오개념을 '초점과 상점이 다르다.'라는 과학적 개념으로 변화시켜 망막에 상이 맺히는 경로에 대한 정확한 이해를 도와주었다.

참고 문헌

- Jeong, Y. S. (2008). Development of evaluation criteria on digital text-book. The Journal of Korean Association of Computer Education. 11(3), 13-20.
- Kim, Y. J, Son, J. W., Song, Y. W. (2010). Analysis of the biology major teachers' misconceptions on the pathway of image formation in eye vision. Biology Education, 38(2), 331-341.
- Korea Ministry of Education and Science Technology. (2011). Smart Educational Strategies.
- Korea Ministry of Education and Human Resources

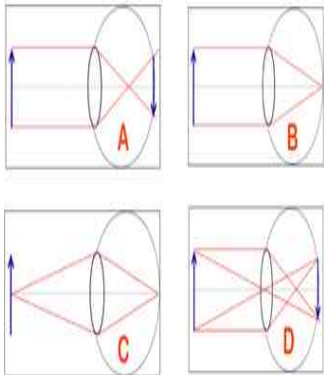
Development (2007). The progress direction of digital textbook commercialization.

- Seo, J. H., Dong, H. K., Chung, J. I., Han, J. Y., Paik, S. H., Kim, Y. J. (2010). Analysis of illustrations and misconceptions on the distance regulation of eye vision in science (biology) textbooks. *Education Research* 49, 5-29.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st century skills: Learning for life in our times. John Wiley & Sons.

<부록 1> 사용자 영역의 평가

평가 요소	평가 지표	평가 문항	평균 점수
효과성	인지적 효과성	학습내용을 이해하는데 도움이 되었는가?	4.8
		학습 동기를 유발시키는 데 도움이 되었는가?	4.7
	정의적 효과성	학습에 대한 자신감이 생겼는가?	4.4
		학습에 대한 흥미를 유지하는 데 도움이 되었는가?	4.8
만족성	학습 활동의 만족성	학습하는 데 도움이 되었는가?	4.7
		멀티미디어 자료가 학습에 도움이 되었는가?	4.8
	의사소통의 만족성	학습에 대한 피드백이 만족하였는가?	4.4
용이성	학습의 용이성	디지털교과서의 사용이 쉽고 편리하였는가?	4.5
		화면상 제시된 내용이 읽기 편리하였는가?	4.6

<부록 2> 시각 기관에 대한 오개념 변화 평가 문항 및 평가 결과

번호	문항	정답률(%)	
		사용 전	사용 후
1	멀리 있는 물체를 볼 때 진대의 움직임을 바르게 나타낸 것은? ① 수축 한다 ② 이완 한다. ③ 팽팽해진다. ④ 느슨해진다. ⑤ 움직이지 않는다.	27%	80%
2	A ~ D 중 막대에서 나온 빛이 이동하는 경로를 바르게 나타낸 것은? 	13%	67%