Journal of Engineering Education Research
Vol. 16, No. 4, pp. 9~14, July 2013

플래시 기반 기계제도 교육 자료의 개발 및 적용 효과 실험

정창민* · 김수진**, †
*경상대학교 교육대학원
**경상대학교 기계공학부

Development and Effect Experiment of Multimedia Educational Program based on Flash for Mechanical Parts Drafting

Chang-Min Jung* · Su-Jin Kim**, †
*Graduate School, Gyeongsang National University
**School of Mechanical Engineering, Gyeongsang National University

ABSTRACT

This paper investigated the effect of multimedia educational program developed based on Flash for learning how to make a part drawing of V-belt drive. The scholastic achievements of experimental group learned by the program were higher than traditional group in case of technical high school students, but they were not different in case of university students.

Keywords: Mechanical draft, Flash, Multimidia, V-belt drive, Mechanical engineering, Technical highschool

I. 서 론

교육이 효율적으로 이루어지기 위해서는 각 교과에 적합한 교수·학습 방법의 개발이 매우 중요하다. 직업·기술 교육을 주로 실시하는 전문계고등학교에서는 실기 교육이 보다 효율적으로 이루어 질 수 있도록 적합한 교수·학습 방법의 개발이 필요하다.

직업·기술 교육에 효과적으로 활용할 수 있는 수업 방법 중 '프로그램학습법'과 '시뮬레이션법'이 있다. '프로그램학습법'에서는 학습자 혼자서 단계적으로 학습해 나갈 수 있도록 특별히 제작되어있는 자료를 가지고 학생 스스로 학습하도록 한다. 학생들은 자신의 능력에 맞춰서 점진적으로 학습할 수 있으며, 교사들은 학습의 안내자로서 학생과의 개별적인 접촉의 기회를 더욱 증진시킬 수 있다. 이 때문에 학생들의 학습능력의 차이가 보장되는 효과적인 수업이 가능해진다. '시뮬레이션법'은 실제의 장면과 극히 유사한 상태를 인위적으로 만들어 그 속에서 학습하도록 한다. 이를 활용하여 강의나 토의에서 결핍되기 쉬운 수업의 현실성을 불어넣어두고 학생들의 적극적 참여를 유도할 수 있다(이무근, 1999).

직업·기술 교육에 이와 같은 수업 방법을 활용하여 각 학생들의 개별화 수업을 최대한 보장해 주기 위해서는 21세기 교육정보화시대에 걸맞은 학습 자료의 뒷받침이 수반되어야 한다. 이는 교과서나 서적 등의 문서화된 자료 중심의 학습 방법에서 벗어나 첨단 멀티미디어 교육 자료를 활용하는 방법으로 학습지도 여건을 개선하고, 컴퓨터를 매개로 시·공간적인 제약을 극복하여 교사와 학생, 그리고 학생들 간의 보다 자유로운 상호작용이 가능하게 함으로서 학습 효과를 극대화해야 한다는 것을 의미한다(태영애, 2004).

플래시(Flash)는 이와 같은 멀티미디어 교육 자료를 제작하데 적합한 대표적인 웹용 애니메이션 제작 프로그램이다. 플래시는 다양한 시스템과 브라우저에서 구동이 가능하며, 모션 그래픽과 액션스크립트(Actionscript)를 통해 애니메이션을 보다 역동적으로 만들어준다(최준, 2007; 최인관, 2008).

현재 전문계고등학교 기계과에는 기초제도, 기계제도(교육인적자원부, 2005)와 같은 도면제작관련 교과가 편제되어 있다. 교과의 최종목표는 기계 조립도를 분석하여 제품의 구조와 작동과정에 대해 설명하고, 각 개별 부품의 투상도를 작성한 후 치수를 기입하여 설계조건에 맞는 부품도면을 완성하는 것이다. 이를 위해서는 2차원적 도면을 3차원적인 입체로 재구성하여 사고할 수 있는 공간지각능력과, KS규격에 관한 지식과 기술을 습득하고 이를 실제 도면작성에 적용할 수 있는 능력을 학습해야 하는 바, 해당 수업을 지원할 수 있는 학습자료 개발이 필수

Received 4 October, 2012; Revised 11 March, 2013
Accepted 23 July, 2013
† Corresponding Author: sujinkim@gnu.ac.kr

적이다.

지금까지 인터넷과 자바 기반의 문제 출제 및 평가 시스템(허원, 2000)과 미분방정식 학습 컨텐츠 개발(정광영, 2003)이 있었다. 중학교 기술·가정 교과 '기계의 이해' 단원에서 멀티미디어 교육 자료를 적용한 수업 효과(태영애, 2004)가 연구되었다. 플래시를 이용한 공학교육 자료 개발로는 고등학교 기술가정의 내연기관단원 학습 자료의 설계 및 구현(김두현, 2002)과 컴퓨터 시스템 구조 학습도구 개발(서호준, 2004)이 있었다. 또한 웹과 멀티미디어 기반 학습자료 활용 실태조사(최완식, 2001, 이형태, 2005)가 이루어졌다. 기계제도 분야에서도 인터넷상에서 간혹 웹과 멀티미디어를 활용한 교육자료가 발견되기는 하지만 본 자료와 같이 플래시를 활용하여 투상도 제작에서부터 KS규격치수기입까지 전체적인 학습이 가능하도록 개발된 교육자료는 없었다. 또한 본 자료와 같은 유형의 교육콘텐츠를 활용한 기계제도 교육 효과 분석을 고등학생에 국한하지 않고 4년제 대학교 재학생과 비교하여 실험집단과 통제집단으로 구분·연구한 사례가 없었다. 따라서 기계제도 멀티미디어 교육 자료의 개발과 개발된 자료의 객관적인 적용실험이 필요하다.

본 연구에서는 대표적인 기계장치인 V벨트전동장치의 부품도면 제작 학습을 위한 플래시 기반 멀티미디어 교육 자료를 개발 한 후, 해당 자료를 수업에 적용하여 관련 분야 고등학생 및 4년제 대학생들의 기계제도 교과 학습에 미치는 영향에 관해 조사하고 그 결과를 분석함으로서, 해당 유형의 자료가 학생들의 기계제도 능력 습득을 위해 효과적인 교수-학습 자료로 활용될 수 있는지 여부에 관해 방향을 제시하고자 한다.

II. 기계제도 교육 프로그램 개발

1. 자료 개발 과정

본 연구에서 개발되는 자료는 플래시 멀티미디어 기반의 기계제도 학습 프로그램이다. 개발 자료를 통해 학생들이 여러 가지 기계요소들로 구성된 하나의 기계장치(V벨트전동장치)의 작동방식 및 구조에 대해 학습한다. 또한 각 기계요소들에 대한 투상 및 정확한 KS규격치수기입을 학습해 일련의 부품도를 완성할 수 있도록 한다.

기획단계에서는 V벨트전동장치를 기계제도 교육자료 개발 대상으로 결정해 교육 내용을 정리하고 구성 방식을 설계하였다. V벨트전동장치 2차원 부품도와 조립도면을 오토캐드(AutoCAD)로 제작하였다. 인벤터(Inventor)를 이용해 3차원 부품을 모델링하고, 부품을 조립해 3차원 조립품을 제작하였다. 조립품 상태에서 각 부품이 실제처럼 움직이는 구동 애니메이션을 구성하고, 분해 및 조립 과정을 실제처럼 보여주는 분해조립 애니메이션을 구성하였다. 이미지 편집 프로그램으로 앞에서 제작된 2차원 도면과 3차원 모델링 이미지와 애니메이션을 편집하고, 플래시를 이용해 멀티미디어 교육 자료를 완성하였다. 개발된 프로그램의 기술 및 내용적 문제점을 확인 수정하고, 전문계고등학교 기계계열 제도 교과 수업과 4년제대학 기계계열 제도 교과 수업에 적용해 실험집단과 비교집단의 성취도를 비교 평가 하였다.

2. 자료 구조 및 구성 내용

교육 자료는 크게 도움말, 학습주제, 학습내용, 형성평가, 내용정리로 구성되어있다. 도움말은 제품 제작 관련 정보를 보여주는 제품정보와 프로그램의 전체적인 구조를 보여주는 전체보기로 구성되어 있다. 학습주제는 학습해야 할 단원 내용과 학습목표로 구성되어 있다.

학습내용은 크게 조립도의 이해와 부품투상도 작성으로 구성된다. 조립도 이해는 장치의 구조, 작동과정, 부품의 용도, 형상을 이해하도록 구성되어 있다. 부품투상도 작성은 설계 이론, 투상도 제작, KS규격치수 기입으로 구성되어, 각각 V벨트풀리, 베어링커버, 스퍼기어, 평행축, 스페이서, 본체를 대상으로 이론정리, 투상도 제작, KS규격 치수기입을 이해하도록 구성되어 있다.

형성평가는 기본 수준의 형성평가 문제를 포함하는 기본문제와 상급 수준의 형성평가 문제를 포함하는 심화문제로 구성된다. 마지막으로 내용정리는 단원 내용을 요약 정리하는 단원정리와 각 부품별 투상도, KS치수, 공차 기입을 확인하는 검도하기로 구성된다.

개발된 V벨트전동장치 도면 제작 학습 프로그램은 CD타이틀, USB, 하드 디스크 등 저장장치와 인터넷에서 구동될 수 있도록 하였다. 개발된 모든 내용은 인터넷 'http://ma.gnu.ac.kr/course/draft'에 공개되어 누구나 활용할 수 있도록 하였다.

3. 개발 자료의 활용

프로그램의 초기 화면은 Fig. 1과 같이 학습주제, 학습내용, 형성평가로 구성된다. 메인 메뉴 위에 마우스를 올릴 때마다 우측 상단에 V벨트전동장치를 구성하는 기계요소 모형과 간단한 설명을 제시하고 중앙 하단에 제시된 기계요소 부품도면과 전동장치 모형을 보여준다. 메뉴 위에 마우스를 올리는 것만으로 자연스럽게 V벨트전동장치의 전체적 형상과 각 기계요소들의 입체적인 모형을 익힐 수 있다.

Fig. 2 조립도의 이해에서는 좌측의 조립도면과 우측의 입체적 보기화면을 비교·분석해 봄으로써, 복잡한 2차원 조립도면을 보고 장치의 전체적 형상과 구조를 이해할 수 있는 능력을

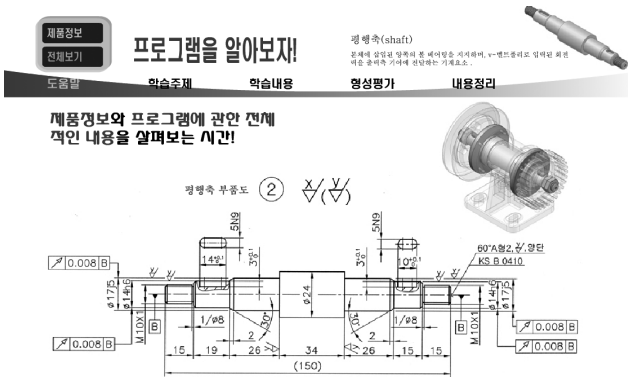

Fig. 1 Main window

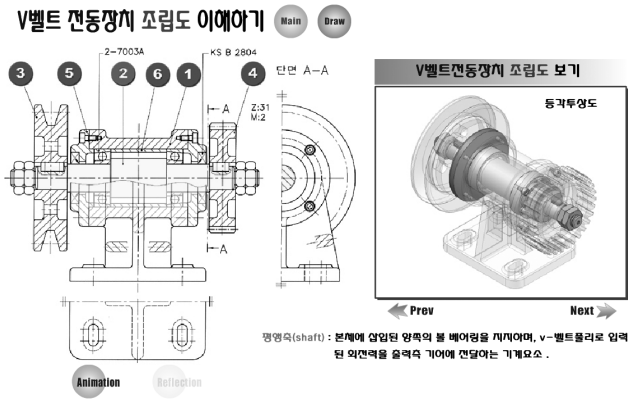

Fig. 2 Learning assembly design

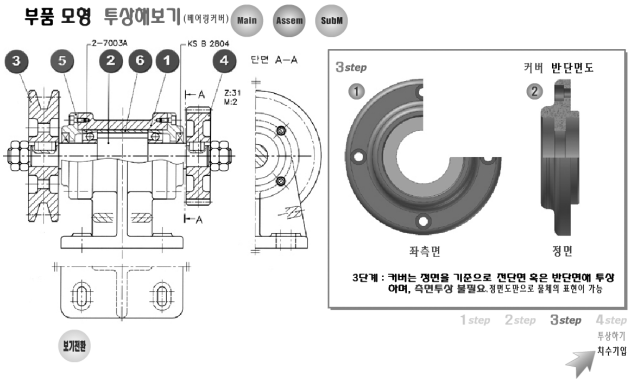

Fig. 3 Learning part projection

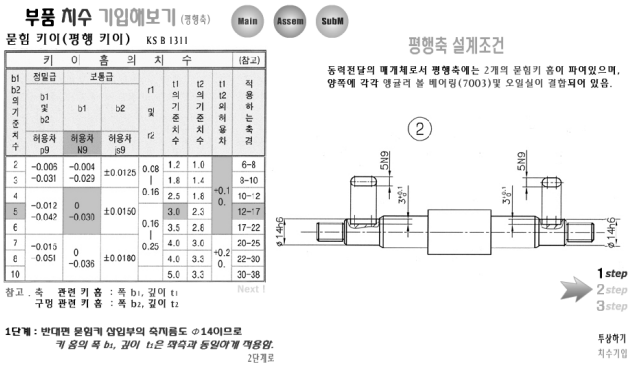

Fig. 4 Learning KS standard dimension

배양할 수 있다. 좌측 하단의 'Reflection' 버튼을 클릭해 다양한 각도에서 투상한 여러 가지 형태의 V벨트전동장치 조립모형 이미지가 제시되며 페이지를 넘기듯 다른 화면으로 전환된다. 부품 애니메이션 보기에서는 좌측 조립도의 부품 번호를 클릭하면 우측 화면에 해당 부품 모형에 관한 애니메이션이 재생된다. V벨트전동장치 작동해보기에서는 V벨트전동장치의 작동 과정과 분해 조립 과정 애니메이션이 재생된다. 상단의 Main 버튼으로 프로그램의 메인화면으로 이동하고, Draw 버튼으로 부품도 작성하기 화면으로 이동해 조립도 이해와 부품도 작성을 위한 학습이 유기적으로 이루어진다.

부품도 작성 초기화면은 V벨트전동장치를 구성하는 각 부품의 형상을 아이콘으로 사용하였다. 부품형상 아이콘에 마우스를 올리면 학습 목표 및 해당 부품의 확대 모형과 부연 설명이 제시 되도록 하였다. 이렇게 학습자가 자연스럽게 개별 부품의 형상을 이해하고 즉각적으로 해당 부분의 학습 목표를 알게 된다. 부품 형상 아이콘을 클릭하면 투상도 제작하기와 KS규격 치수기입하기로 연결된다.

Fig. 3 투상도 제작하기는 좌측의 조립도와 우측의 입체 화면을 비교하면서 해당 부품의 정확한 형상을 투상할 수 있도록 하였다. 순차적 따라 하기 방식으로 투상도 작성 과정을 체계적으로 학습함으로서 도면 제작 능력을 단계적으로 습득할 수 있도록 하였다. 치수기입 아이콘을 두어 KS 규격 치수를 기입하는 과정으로 연계 학습이 이루어지도록 하였다.

Fig. 4 KS규격 치수기입 하기에는 좌측에 KS규격 이미지가 우측에 해당 부품의 투상도가 배치된다. 화살표의 지시에 따라 해당 버튼을 클릭하면 KS 규격 치수가 기입되는 과정이 2차원 투상도면에 단계적으로 시뮬레이션 된다. 하단에 제시된 설명에 맞춰 순차적으로 각각의 버튼을 클릭하고, 우측에 시뮬레이션 되는 치수 기입 과정을 확인하면서 단계적으로 KS 규격 치수를 기입하는 방법에 관해 학습이 이루어진다.

Fig. 5의 형성평가에서 내용을 정리한다. 슈팅 게임 방식, 정답 찾아 클릭하는 객관식, 빈 칸에 정답을 기입하는 주관식 방식으로 다양화하였다. 조립도 이해, 부품도 작성 과정의 학습을 완료한 뒤 자신의 성취도를 확인할 수 있다. 단원 요약에서는 조립도상의 부품 번호를 클릭하면 하단에 해당 기계요소 모형과 부품 설명이 나타난다. 정답이 가려진 상태로 요약된 내용이 제시되어 가려진 부분에 마우스를 올려놓고 좌측 버튼을 클릭

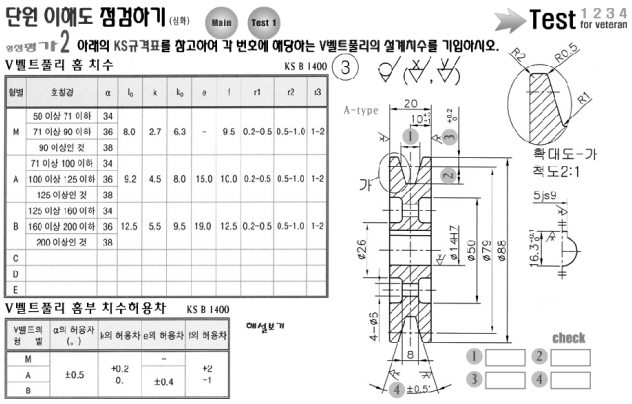

Fig. 5 Question and answer view

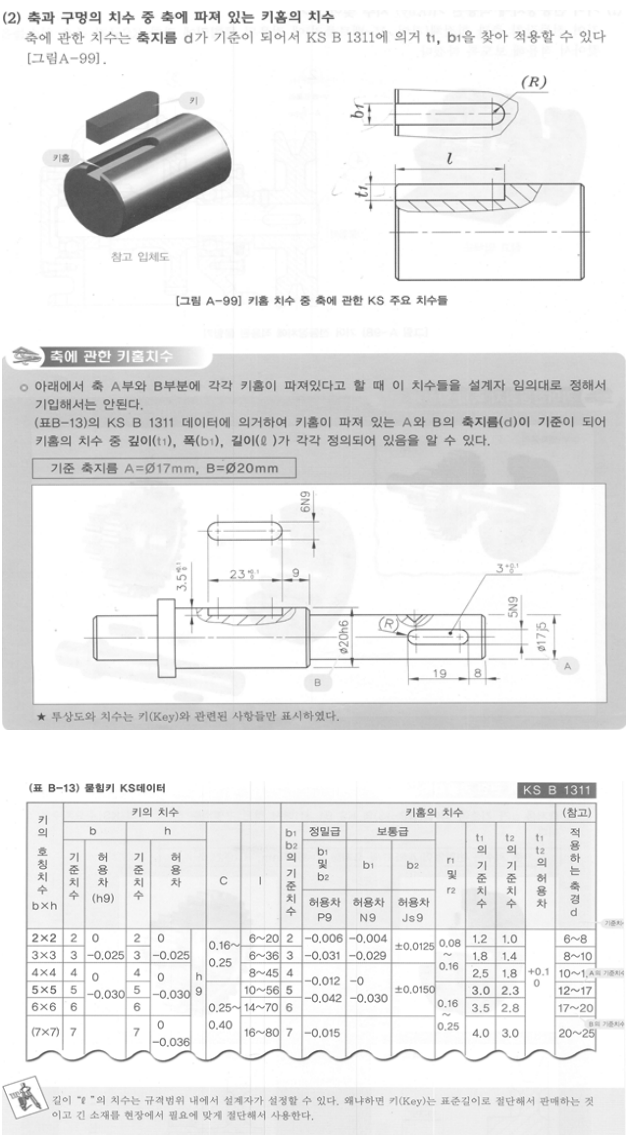

Fig. 6 KS standard dimension of printed document

한 뒤 문지르면 복권이 벗겨지듯 아래 부분의 내용이 드러난다. 상단의 'ChkD' 버튼을 클릭하면 검도하기 화면으로 이동된다. 학습한 내용을 최종적으로 정리해보는 단계로서, 가려진 부분을 스스로 해결하고, 정답을 확인해가며 내용을 체계적으로 정리해 보도록 구성하였다.

III. 적용 실험 및 결과

1. 적용 실험 방법

플래시 기반 멀티미디어 교육 자료의 학습 효과를 검증하기 위해 기계제도를 학습하는 2그룹을 각각 실험집단과 통제집단으로 분류하였다. 실험집단에는 멀티미디어 교육 자료를 활용해 자기 주도적 학습을 하도록 실험 처치하고, 통제집단에는 동일한 내용의 유인물 교육 자료를 활용해 자기 주도적 학습을 하도록 기회를 제공한 후 사후 검사와 설문 조사를 통해 그 결과를 통계적으로 비교 분석 하였다. 파워포인트로 제작된 유인물 중 묻힘 키의 치수기입 부분을 Fig. 6에 나타내었다. 플래시 교육 자료와 비교하였을 때, 같은 단원인 Fig. 4와 동등한 정보가 제공됨을 확인 할 수 있다.

연구 대상으로 경남에 소재하는 'A'공업고등학교 3학년 26명(이하 'A그룹')과 'B'대학교 기계공학과 2학년 30명(이하 'B그룹')을 선택하여 실시하였다. 동일한 경험을 하는 같은 반 학생들을 대상으로 실험집단과 통제집단의 성적 분포가 동일하도록 직전년도 기계제도 교과 성적이 높은 학생부터 지그재그로 두 집단에 배정해서 실험변인을 제외하고는 동질적으로 구성되도록 하였다. 두 집단의 동질성을 검사하기 위한 사전 검사 도구로 'A그룹'은 기계제도 교과 성적을, 'B그룹'은 직전년도 기계제도 교과 성적을 사용하였다. 각 그룹을 실험집단과 통제집단으로 나눈 뒤 SPSS 12.0을 사용하여 독립 표본 t 검정을 실시하였다.

'A그룹'에서 평균 점수는 실험집단(=70.231)이 통제집단(=70.139)보다 약간 높게 나타났지만 $p(.981) < .05$ 수준에서 의미있는 차이를 보이지 않고 있어 실험집단과 통제집단은 동일한 집단임을 확인할 수 있었다. 'A그룹'에서도 평균 점수는 통제집단(=5.933)이 실험집단(=5.800)보다 약간 높게 나타났지만 $p(.828) < .05$ 수준에서 의미있는 차이를 보이지 않고 있다. 따라서 실험집단과 통제집단은 동일한 집단임을 확인할 수 있었다.

실험집단과 통제집단이 들은 기계제도 수업은 기초 교육으로 쉽고 광범위한 내용을 다루지만 실험에 사용된 교육자료와 검사도구는 일부 고학년 학생이 기능사와 기사시험을 치룰 때만 경험하는 난이도가 아주 높은 내용을 다룸으로 저학년인 피 실험자가 처음 접하는 것이다. 또한 적용실험동안 담당 교사가 자

리하고 성적에 참고할 수도 있음을 암시해 참가 학생들의 집중도를 충분히 확보하였다. 사후 검사 도구는 V벨트전동장치 중요 부품 투상도 제작, 기계요소별 KS규격치수기입에 관한 25문항을 기계제도 교재, 전산응용기계제도기능사, 기계설계산업기사 기출 문제를 바탕으로 실기와 이론의 중요도를 고려하여 단답형으로 제작하였다. 검사도구의 신뢰도를 SPSS 12.0을 이용해 검사한 결과, 'A그룹'을 대상으로 한 검사도구의 신뢰도는 $\alpha = .901$로 나타났고, 'B그룹'은 $\alpha = .871$로 나타나 적정함을 확인할 수 있었다. 설문조사 도구는 흥미도, 학습에 기여도, 자료의 적합성, 개발 및 활용의 필요성으로 구성해 매우 그렇다 100점, 그렇다 50점, 보통이다 0점, 그렇지 않다 − 50점, 매우 그렇지 않다 − 100점으로 처리하였다.

2. 적용 후 검사 결과

플래시 기반 멀티미디어 수업 프로그램을 적용한 실험집단과 그렇지 않은 통제집단간의 수업 적용 효과에 차이가 있는지 알아보기 위하여 개인별 평균 점수를 기준으로 t 검증을 실시하였고 그 결과는 Table 1 및 Table 2와 같았다.

'A그룹'을 대상으로 집단에 따라 수업 적용 효과의 차이를 Table 1에 분석한 결과 전체적으로 실험집단(= 65.462)이 통제집단(= 44.154)보다 높게 나타났고 t 검증 결과 $p(.012) < .05$ 수준에서 의미 있는 차이를 보이고 있다. 또한 Table 3의 문항별 분석 결과 실험집단은 통제집단에 비해 사후 검사 문항 전반에 걸쳐 정답률이 높았다. 결과적으로 V벨트전동장치 부품도면 제작을 위한 플래시 기반 멀티미디어 교육 자료는 유인물 교육 자료에 비해 전문계고등학교 3학년 학생들의 기계제도 교과 수업에 적용함에 있어서 효과적이었다고 말할 수 있다.

'B그룹'을 대상으로 집단에 따라 수업 적용 효과의 차이를 Table 2에 분석한 결과 실험집단($\overline{X} = 29.067$)이 통제집단($\overline{X} = 27.867$)보다 약간 높게 나타났으나 t 검증 결과 $p(0.843) < .05$ 수준에서 의미 있는 차이를 보이고 있지 않다. Table 3의 문항별 분석 결과 실험집단이 통제집단에 비해 정답률이 높았던 부분은 투상도 제작, V벨트풀리와 스퍼기어의 KS규격치수기입 부분에 불과했다. 결과적으로 전문계고등학교 학생들과 달리 대학교 기계공학과 2학년 학생들에게는 플래시 기반 멀티미디어 교육 자료가 유인물 교육 자료에 비해 기계제도 수업 적용에 있어서 효과적이지 않았다고 말할 수 있다.

Table 1 Test scores after learning ('A' group)

Group	N	$\overline{X}$	SD	t	p
Experimental	13	65.462	16.541	2.707	.012
Traditional	13	44.154	23.057		

Table 2 Test scores after learning ('B' group)

Group	N	$\overline{X}$	SD	t	p
Experimental	15	29.067	17.401	.200	.843
Traditional	15	27.867	15.445		

3. 설문조사 결과

실험집단 대상 설문조사 결과를 Table 4에 나타내었다. 대부분 그렇다는 평가를 받았지만 'A'그룹에서 자료의 흥미도가 보통이라는 의견이 있었고, 'B'그룹에서 학습 기여도에 관한 설문에 부품의 형상 투상에는 그렇다고 답했지만 KS규격 치수기입에는 보통이라는 대답이 많았다. 이것은 'B'그룹에서 실험집단의 정답률이 투상도 제작은 높고 KS규격 치수기입은 낮았던 Table 3과 같은 경향을 보인 것이다. 실험집단 대상 설문조사 결과 Table 4는 플래시 기반 멀티미디어 교육 자료가 기계제도 교과 수업에 있어 흥미유발에 도움이 되고, 부품 투상과 KS규격 치수기입의 자기 주도적 학습에 활용 가능하며, 유사 형태의 교육 자료가 지속적으로 개발 및 활용되어야 함을 나타내고 있다.

Table 3 Test score differences of experimental vs. traditional group

Test items		N	'A' group	'B' group
투상도	본체	1	+ 30.77	+ 15.24
	스퍼기어	1	+ 38.46	+ 36.67
KS규격치수기입	V벨트풀리	3	+ 23.71	+ 20.01
	나사자리파기	3	+ 7.69	− 6.67
	오일실	2	+ 18.27	− 1.67
	베어링삽입부	5	+ 32.69	− 4.67
	묻힘키 홈	8	+ 7.69	+ 11.66
	스퍼기어	2	+ 19.23	− 7.50

Table 4 Survey score (Strongly disagree: − 100, Strongly agree: 100)

Questionnaires		'A' group	'B' group
자료의 흥미도		19	30
학습에 기여도	장치 구조와 작동방식	23	40
	부품의 형상 투상	34	50
	KS 규격치수 기입방법	35	28
자료에서 흥미로운 부분		3D영상 효과	
자기주도 학습 자료로서 적합성		46	47
지속적 개발 및 수업 활용 필요		77	56

Ⅳ. 결 론

본 연구는 플래시 기반 멀티미디어 교육 자료가 학생들의 기계제도 학습에 미치는 영향을 알아보기 위해, V벨트전동장치 부품도면 제작 학습을 위한 플래시 기반 멀티미디어 교육 자료를 개발하였다. 경남 'A'공업고등학교 3학년 학생 26명과 'B'대학교 기계공과 2학년 학생 30명을 대상으로 각각 통제집단과 실험집단으로 나누어 관련 수업에 적용한 후 학생들의 성취도 변화를 분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 'A'공업고등학교 3학년 학생들의 경우 실험집단의 학업 성취도 평균이 통제집단의 학업 성취도 평균에 비해 높게 나타났으며 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다. 이는 플래시 기반 멀티미디어 교육 자료가 유인물 교육 자료에 비해 전문계고등학교 기계계열 학생들의 기계제도 교과 학업성취도 향상에 더욱 기여할 수 있음을 나타낸다.

둘째, 'B'대학교 기계공학과 2학년 학생들의 경우 실험집단의 학업 성취도 평균이 통제집단의 학업 성취도 평균에 비해 약간 높게 나타났지만 통계적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았다. 이는 본 연구에 사용된 플래시 기반 멀티미디어 교육 자료가 4년제 대학 기계계열 학생들의 기계제도 관련 교과 학업성취도 향상에 기여하지는 못했음을 나타낸다.

셋째, 실험집단 대상 설문조사 결과는 플래시 기반 멀티미디어 교육 자료가 기계제도 교과 수업에 있어 흥미유발에 도움이 되고, 부품 투상과 KS규격 치수기입의 자기 주도적 학습에 활용 가능하며, 유사 형태의 교육 자료가 지속적으로 개발 및 활용되어야 함을 나타낸다.

결과적으로 플래시 기반 멀티미디어 교육자료를 활용한 수업일지라도 학생들의 연령 및 특성들을 고려해 내용 구성 및 형태 등을 다르게 적용해야만 학업 성취도 향상을 비롯한 교육적 효과를 이루어 낼 수 있다는 것을 알 수 있다. 다시 말해서 본 연구에 사용된 프로그램과 같은 내용 구성과 형태를 지닌 자료라면 전문계고등학교 기계계열 학생들의 기계제도 교과 학업 성취도 향상에 기여할 수 있지만 대학교 기계계열 학생들의 기계제도 관련 교과 학습에 효과를 얻기 위해서는 필요한 내용 구성 및 형태 등에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 이무근 · 김판욱 · 김재식(1999). **實技敎育方法論**. 배영사.
2. 허원(2000). 웹 기반의 자동 문제 출제 및 평가 시스템의 개발 및 활용. **공학교육연구, 3**(2): 24-30.
3. 최완식(2001). 공고교육 네트워크 모델. **공학교육연구, 4**(1): 88-98.
4. 김두현(2002). **FLASH를 활용한 웹 기반 학습 자료의 설계 및 구현: 고등학교 기술가정 내연기관을 중심으로**. 건국대학교 교육대학원.
5. 정광영 · 허원 · 방례비(2003). 자바빈즈를 이용한 웹 기반의 미분방정식 학습 컨텐츠 개발. **공학교육연구, 6**(1): 32-41.
6. 태영애(2004). **중학교 기술 · 가정 교과 '기계의 이해' 단원에서 멀티미디어 교육 자료를 적용한 수업 효과**. 한국교원대학교 대학원.
7. 서호준(2004). 플레시 엑션스크립트 기반의 컴퓨터 시스템 구조 가상 학습실 개발. **공학교육연구, 7**(4): 16-21.
8. 이형태(2005). **고등학교 교사의 멀티미디어 학습 자료 활용 실태 조사**. 석사학위논문, 인제대학교 교육대학원.
9. 교육인적자원부(2005). **고등학교 기계제도**. 한국직업능력개발원.
10. 한병기 · 지해성(2006). 공학교육에서의 디자인 및 창의적 설계 교육. **공학교육연구, 9**(4): 19-27.
11. 최준(2007). **플래시 MX 2004 & 액션스크립트 기본+활용 지대로 배우기**. 웰북.
12. 최인관(2008). **플래시를 활용한 디지털 셀 애니메이션 제작 방법 연구**. 동의대학교 영상정보대학원.
13. 정창민(2011). **V벨트전동장치 부품도면 제작 학습을 위한 플래시 기반 멀티미디어 수업자료의 개발 및 적용 효과에 관한 연구**. 경상대학교 교육대학원.

정창민(Chang-Min Jung)
2000년: 전북대학교 기계설계학과 졸업
2001년: 거제공업고등학교 교사 임용
2011년: 경상대학교 교육대학원 석사
2012년~현재: 진주기계공업고등학교 교사
관심분야: 전문교육, 기계교육, 기계설계
Phone: 055-772-1636
Fax: 055-772-1578
E-mail: ligerjung@hanmail.net

김수진(Su-Jin Kim)
1998년: 서울대학교 바이오시스템학과
2000년: KAIST 기계공학과 석사
2005년: KAIST 기계공학과 박사
2005년~현재: 경상대학교 기계공학과
관심분야: CAM, 정밀가공, 제조공학
Phone: 055-772-1636
Fax: 055-772-1578
E-mail: sujinkim@gnu.ac.kr