

상호작용 기능을 갖춘 웹 기반의 전기기기 학습 콘텐츠 개발

허 원*, 정광영**

공주대학교 정보통신공학부*

공주대학교 기계공학부**

(2003. 11. 11 접수)

Development of Highly Interactive Web-based Contents for Electrical Machinery

Won Ho*, Kwang-Young Jeong**

*Division of Information & Communication Engineering, Kongju National University**

*Division of Mechanical Engineering, Kongju National University***

(received November, 11, 2003)

국문요약

본 논문에서는 자바 애플릿과 플래쉬를 이용하여 웹 기반의 전기기기 학습용 콘텐츠를 개발하였다. 컴퓨터 분야의 컴포넌트 기반의 소프트웨어 개발기법을 도입하여, 사용하기에 단순하고 편리한 자바 빈즈 또는 플래쉬 컴포넌트를 먼저 개발하고, 이를 활용하여 전기기기 학습용 콘텐츠를 개발하였다. 개발된 콘텐츠는 높은 상호작용 기능을 가지고 있어서, 학습자가 흥미를 갖고 학습할 수 있고, 풀이 절차를 반복적으로 확인할 수 있으며, 복잡한 전기, 기계적 개념을 쉽게 이해할 수 있다. 학습 콘텐츠를 통하여 기본개념이 설명되므로 강의자의 수업부담이 줄어들 수 있으며, 교실수업에서는 더 깊이 있는 주제를 다룰 수 있으므로 수업의 질적 향상이 기대된다.

Abstract

This paper presents web-based contents for studying electrical machines using Java Bean and Flash. The component-based software development techniques have been used to develop Java Bean and Flash components which are simple and convenient for learners. The components have been used to make 61 contents for the electrical machines. The contents have highly interactive capability, which gives much interest to learners. The learners can easily understand the electro-mechanical concept by changing the parameters interactively. The class load of the lecture can be reduced because the basic explanation of the subject is replaced by the web contents. The better quality of the

class is expected by dealing with the higher concept in the classroom lecture because the basic concepts are explained through the contents.

I. 서 론

최근 인터넷의 이용이 보편화됨에 따라 인터넷을 통한 웹 기반 강의가 여러 방면에서 활용이 되고 있다. 웹 기반 강의의 장점은 인터넷만 연결되어 있으면 학습자가 이해가 될 때까지 반복하여 보고 들음으로써 자신의 능력에 맞게 학습을 할 수 있다는 것이다. 초기의 웹 기반 교육은 HTML을 이용하여 웹에 게시한 강의 내용을 학습자가 읽는 수동적인 방법을 사용하였으나, 최근에는 상호작용 기능을 이용한 양방향의 대화형 통신을 사용하여 학습자의 능동적인 학습참여를 이끌어내어 면대면 강의에 근접한 교육효과를 얻고 있다. (이충기, 2002)

전기기기는 실생활에 밀접하게 연관된 발전기와 전동기 등을 다루는 분야로 전기 전공의 학생들이 필수적으로 배우고 있다. 현재 상호작용 기능이 높은 여러 분야의 학습용 콘텐츠가 자바 기술을 활용하여 개발되어 인터넷을 통하여 제공되고 있다. (Reed and Afjeh, 1998) 이들 콘텐츠가 가지고 있는 일반적인 문제점은 학습주제가 단편적이고, 사용자 인터페이스의 편리성이 떨어지고, 학습 확인 효과가 낮다는 것이다. 이는 기획자, 컴퓨터 프로그래머, 해당 영역의 전문가, 그래픽 디자이너와 같이 콘텐츠 개발에 필요한 인력과 비용을 확보하기가 어렵다는 것이 주된 이유이다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 컴퓨터 분야의 컴포넌트 기반의 소프트웨어 개발 기법을 도입하여, 보기 좋고, 사용하기 단순하고 편리한 자바 빈즈 컴포넌트(Java Beans Component)를 먼저 개발하고, 이를 활용하여 전기기기 학습용 콘텐츠를 개발하였다. 개발된 콘텐츠는 기존의 콘텐츠와는 달리 전기기기 학습에 대하여 일관성 있고 체계적인 흐름을 가지며, 높은 상호작용 기능을 구현하도록 하였다.

또한, 학습 단위에서 고도의 학습 결과 확인 기능을 부가하여, 학습자가 콘텐츠를 통한 학습으로 개념을 이해하며, 이해한 내용과 풀이 절차를 반복적으로 확인할 수 있는 기능을 갖추도록 함으로써 복잡하고 모호한 수식적 개념을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 아울러 개발 학습 콘텐츠에 음성 강좌를 추가하여 면대면 강의를 대체하거나 보완하여 활용할 수 있도록 하였으며, 관련 문제를 난수를 이용하여 풀어 봄으로써 학습 효과를 높일 수 있는 인터넷기반의 문제풀이 환경을 제공하여 학습자가 여러 가지 새로운 문제를 풀 수 있는 기능을 제공하였다.

II. 전기기기 학습 콘텐츠 개발배경

1831년에 패러테이가 전기 자기의 유도현상에 대한 실험을 실행한 이후에, 기본적인 형태의 직류기가 1870년대에 사용되었으며, 1886년에는 테슬라가 유도기에 대한 이론을 정립하여 교류기를 사용하기 시작하면서 전기기기의 활용이 본격화되기 시작하였다. (Charmers, 1999)

1900년대 전반에는 여러 종류의 전기기기를 활용하면서 각 종류별 전기기기의 기계적 설계와 물리적인 현상에 대하여 많은 연구가 진행되었다. 이러한 연구의 흐름은 1950년대에 들어오면서 전기기기의 기계적인 해석을 수학적으로 규명하려는 방향으로 움직이게 되었다.

오랜 시간이 지난 현재에도, 전기기기 분야는 직류기, 동기기, 유도기, 변압기의 주된 영역에 기타 기기로 분류되는 스텝 모터나 리니어 모터와 같은 영역이 일부 추가되었으나, 기타 기기 역시 전기·자기 관계를 이용한 주된 영역을 크게 벗어나지 않으며, 대부분의 큰 분류 체계는 고전적인 전기기기의 분류체계에서 정형화되었다고 볼 수 있다.

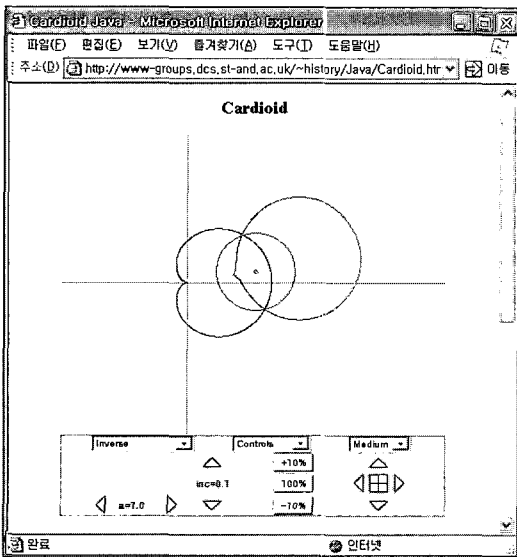
최근에는 과거에 비하여 기본적인 설계나 원리

규모에 대한 연구보다는 성능이 좋아진 전력 전자 소자들을 이용하는 연구 개발이 전기기기 영역에서의 주된 연구 분야를 구성하고 있으며 이러한 경향에 맞추어 전력 전자와 전기기기를 동일한 영역으로 간주하여 다루고 있다.

학문적인 배경에서 알 수 있듯이 전기기기 분야는 전기적, 자기적, 기계적, 수학적인 부분이 연관된 다양한 분야의 지식이 함께 녹아 있는 학문이라고 할 수 있다. 이러한 특성때문에 전기기기 분야는 전기공학 내에서도 학습자들이 배우기에 어려워하는 분야이며, 그에 따라 학습자가 쉽게 전기기기 분야를 배울 수 있는 상호작용성이 높은 전기기기용 학습 콘텐츠가 필요한 상황이다. (Huang and Lu, 2003)

현재 인터넷에서 발견할 수 있는 대부분의 콘텐츠를 살펴보면 개념 설명을 위한 상호작용성이 높은 콘텐츠 개발 도구로서 자바와 플래시를 주로 사용하는데, 개발 결과물은 전문 프로그래머가 개발한 결과와는 차별화되는데, <그림 1>에서 볼 수 있듯이 GUI(Graphic User Interface) 부분의 미관이 떨어지고 학습자 입장에서 애플릿을 조작하기가 불편한 경우가 많다.

자바 애플릿을 활용하여 개발된 애플릿으로는



<그림 1> 인터넷에서의 JAVA 애플릿의 활용

공학 분야가 많으며 간단한 시뮬레이션 형태가 주를 이루고 있다. 이와 같은 분야는 디지털회로, 마이크로프로세서 등을 들 수 있으며 많은 결과물이 발표되었다. (김영민 등, 1998; 허원과 기장근, 2000; Ki and Ho, 1999)

콘텐츠 개발에는 필연적으로 인력과 예산이 한계 요소로 작용한다. 상대적으로 적은 인력과 예산으로 양질의 콘텐츠를 개발하려면 컴포넌트 기반의 개발방법이 가장 효과적이다. 콘텐츠 개발에 필요한 컴포넌트를 잘 결정한 후 이 컴포넌트를 반복적으로 재활용하면 개발 시간과 인원을 줄일 수 있다. (허원, 2001) 컴포넌트의 개발 시 고려해야 할 점은 사용자의 접근 및 사용이 편리하고, 단순하며, 눈에 피로를 주지 않으며, 학습 욕구를 증가시킬 수 있도록 설계하여야 한다는 것이다. 본 논문에서는 컴포넌트 기법을 이용하여 전기기기 학습 콘텐츠를 개발하였다.

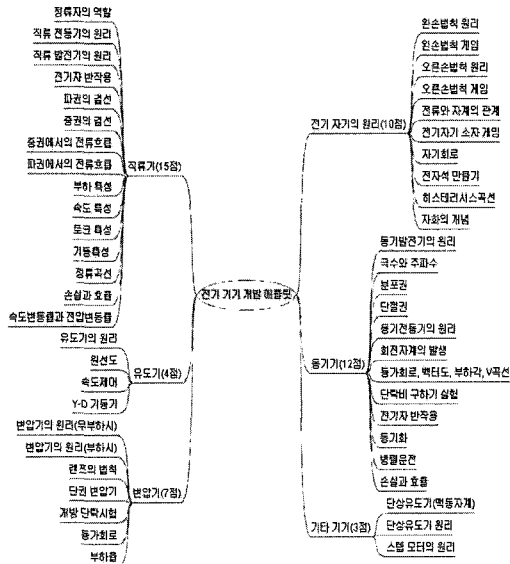
III. 전기기기 학습 콘텐츠 개발내용

본 학습 콘텐츠에서는 전기기기를 여섯 분야로 나누어 자바 또는 플래시를 사용하여 61개의 학습 콘텐츠를 개발하였다. 개발된 콘텐츠의 제목이 <그림 2>에 분야별로 나와 있다. 전기자기의 원리에 대해 10개, 동기에 대해 12개, 직류기에 관해 15개, 유도기에 관해 4개, 변압기에 대해 7개 등 총 61개의 콘텐츠가 개발되었다. 각 분야별로 대표적인 학습 콘텐츠를 선정하여 그 내용을 자세히 설명하고자 한다.

1. 전기 자기의 원리(오른손 법칙의 원리)

전기 자기의 기본 법칙 중 오른손 법칙은 도체가 자계장 안에서 움직일 때 도체에 전류가 유기 되는 현상이다. 이러한 관계는 발전기의 권선에 어떠한 원리로 전압이 유기되는지를 이해하기 위한 중요한 개념이다.

<그림 3>에서 파란색 원들은 화면에 대해서 들어가는 방향의 자계장을 나타낸다. 철도 레일과 같은 모양의 도선 위에 접촉하여 있는 도체를 마우스로 끌어 좌우로 움직임을 주면, 이 도체에 유



〈그림 2〉 개발 콘텐츠 목록

기된 전류가 도체를 통하여 흐르면서 페루프를 통하여 전류가 흐르고, 이를 그림의 오른쪽에 있는 전류계의 눈금 변화를 통하여 확인할 수 있다.

〈그림 3〉에서 자계의 방향은 화면에 대하여 들어가는 방향이고, 도선을 왼쪽으로 끌고 있는 상태이므로, 전류는 움직이는 도체에 대하여 위쪽

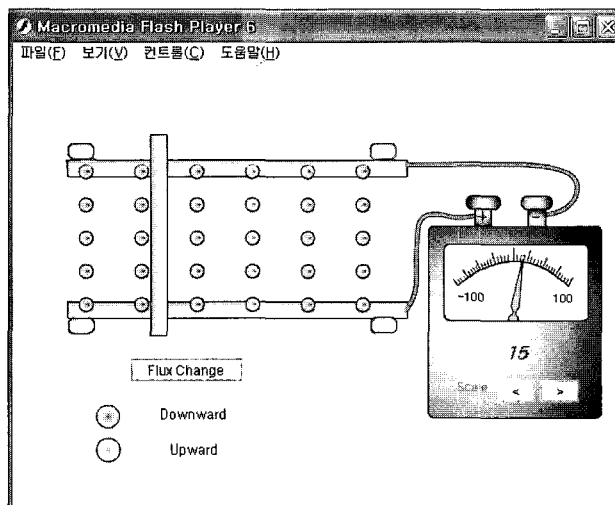
으로 흐르게 된다. 그림에 보이는 전압계에 약 +15V의 전압이 유기된 것이 보인다. 전압의 유기는 항상 도체가 움직일 때 발생하는 것을 확인할 수 있다.

FluxChange 버튼을 누르면 자계의 방향과 크기가 임의로 설정된다. 새로운 자계의 크기와 방향에 작용해서 도체의 움직임에 대한 유기 전압의 강도가 변화하는 것을 확인할 수 있다.

2. 변압기(변압기의 원리)

변압기는 전기기기 중에서 운동하는 부분이 없이 전기 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 작용을 한다. 기본적인 원리는 1차측의 전류/전압은 권선비(Turn ratio)에 반비례/비례하는 2차측의 전류/전압의 형태로 변환된다는 것이다. 변압기는 발전소로부터 가전기기에 이르기까지 수많은 단계의 전기에너지 변환 과정을 담당하여 효율적으로 전기에너지를 전달하게 해주며, 또한 물리적으로 1, 2차측이 분리되어 있어서 한쪽의 회로를 다른 쪽 회로의 이상 발생으로부터 보호해 주는 역할을 한다.

〈그림 4〉의 왼편 그림들은 실제 전동기의 이미지와 이를 설명하기 위한 두 개의 등가 회로를 보여주고 있다. 오른쪽의 그림은 1, 2차측 전류, 전



〈그림 3〉 오른손 법칙의 화면

압과 무부하 손실 전류의 관계를 벡터도와 시간영역에서의 그래프로 각각 보여주고 있다.

전기기기에서는 단순한 전류, 전압의 변환 이외에, 1, 2차측의 저항과 리액턴스(〈그림 4〉의 R1, R2, X1, X2) 그리고 철편에서의 손실 등을 고려한다. 부하가 연결되었을 경우 부하의 임피던스(LoadR, LoadX)는 권선비에 영향을 받아 반영된다.

화면에서 부하(Load), 무부하(No Load) 버튼을 눌러가며 각각의 상황에서 파라미터 값을 변화시키면 변압기의 특성을 파악할 수 있다. 1차측의 실제 전류는 2차측 전류의 반영과 손실에 해당하는 전류의 합임을 알 수 있다.

그래프의 영역은 왼쪽 중간에 위치한 제어판에서 Pan을 누르면, 그래프를 마우스로 선택하여 움직일 수 있고, Zoom 버튼은 원하는 사각형을 선택하여 확대할 수 있으며, +, - 버튼은 현재의 상태에서 확대 축소가 가능하다.

3. 유도기(유도기의 원리)

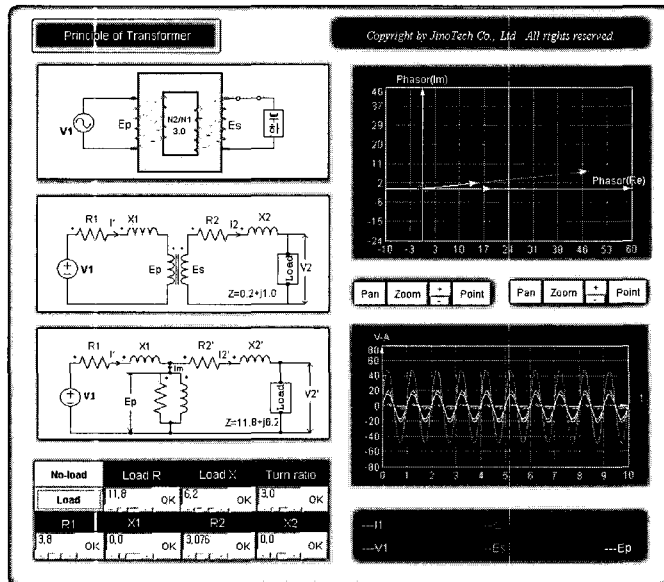
유도기는 다른 운동기와는 달리 고정자 측만 전원을 취하고 회전자에는 전원이 없는 도체 구

조물이 들어간다. 고정자의 삼상 전원이 회전자계를 만들어내고, 이때 회전자에 유도된 전류가 회전자계를 따라가며 회전하게 된다는 것이 그 원리이다.

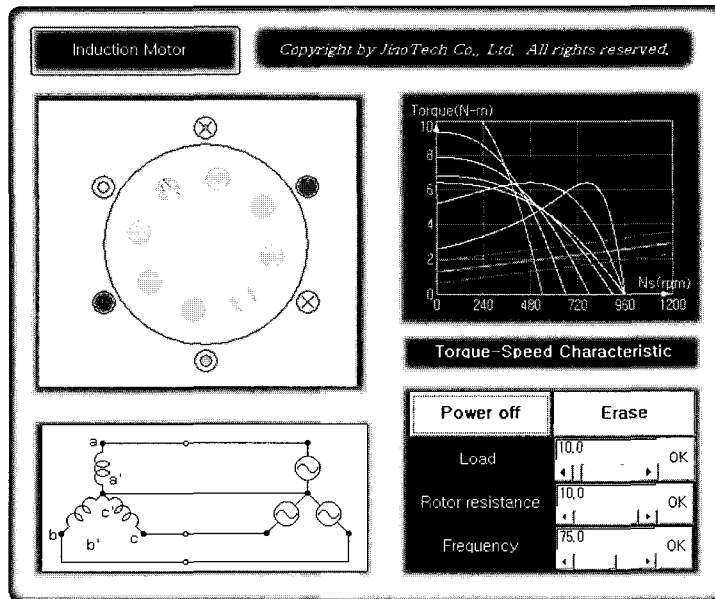
유도기는 구조가 간단하여 많이 사용되고, 전력 전자 소자의 활용으로 속도 제어까지 쉬워져서 최근 들어 많은 관심을 끌고 있는 분야이다. 유도기의 원리는 변압기의 1차측을 고정자로, 2차측을 회전자로 본 것과 유사하게 된다.

〈그림 5〉의 애플릿은 부하를 연결하면 (Power On) 고정자의 삼상회로의 전류로 회전자계가 발생하고 회전자가 이를 따라서 돌기 시작하며, 유도기의 부하 특성 곡선과 부하의 크기가 일치하는 점에서 동작점이 형성되어 그 속도로 회전을 계속하게 된다는 것을 보여줄 목적으로 개발되었다.

좌측 상단의 그림은 유도기의 물리적 구조를 보여주며, 중앙의 화살표는 회전자계를 나타내며, 원형 구조물들은 회전자의 단면을 보여준다. Power On 버튼을 누르면 회전자계가 돌면서 회전자가 이를 따라서 움직인다. 회전자는 동작점에 이르기까지 속도를 점차적으로 증가해 간다. 좌측 하단의



〈그림 4〉 변압기의 원리 화면



〈그림 5〉 유도기의 원리 화면

그림은 유도기의 전기적 결선도를 보여주며, 우측 상단의 그래프는 유도기 특성곡선과 부하의 교차점을 보여준다. 파라미터 창에서 부하(Load), 고정자 저항(Rotor resistance), 고정자 전원의 주파수(Frequency)를 조절할 수 있다.

고정자 저항을 크게 함으로써 유도기 부하 특성곡선의 최대치가 오른쪽으로 움직이는 현상을 확인할 수 있고, 전원 주파수를 변화하여 동작점을 쉽게 변경하여 속도조절이 가능하다는 사실을 확인한다. Erase 버튼은 그래프 화면의 잔상을 깨끗이 하는데 사용된다.

4. 동기기(동기 발전기의 원리)

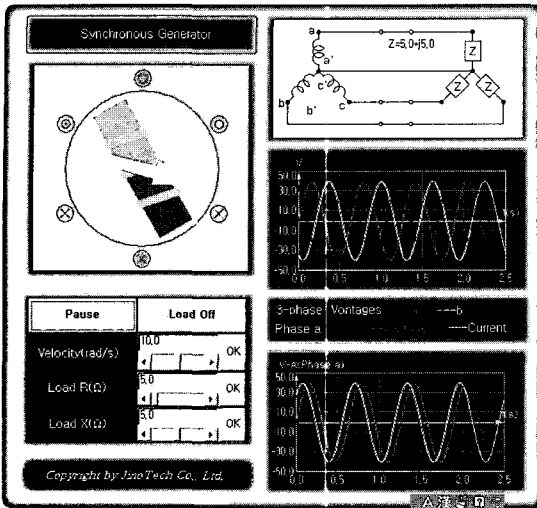
동기 발전기는 세 개의 권선을 회전자(자계발생용)에 감아, 회전자가 원동기와 연결되어 회전함으로써 각 권선에 120도의 위상차를 가진 삼상 전원이 발생하는 원리를 이용한다. 동기 발전기는 산업용 발전기의 중요한 발전 방식이며, 동기 전동기는 동기 발전기와 동일한 구조를 가지고 있으며 동기 속도로 운전하는 전동기의 역할을 한다.

〈그림 6〉으로 나타내어지는 콘텐츠는 동기발전

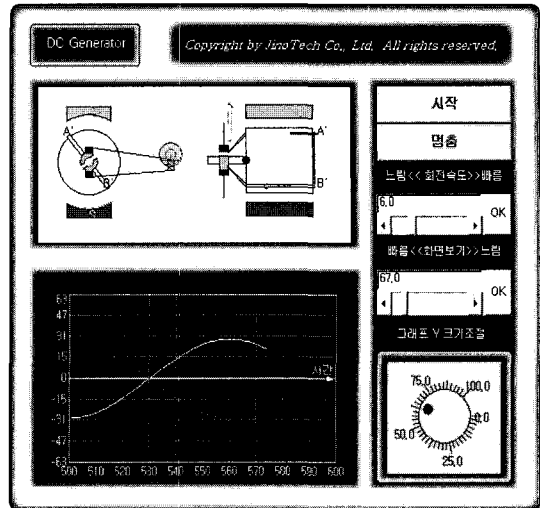
기가 발전을 하는 개념과 부하가 연결되었을 경우의 전기적 특성 변화를 고찰하기 위한 목적으로 개발되었다.

〈그림 6〉에서 좌측 상단은 동기기의 물리적 구조를 보여주고 있다. 중앙의 화살표는 부하가 연결되었을 경우 부하 임피던스의 영향으로 지상 또는 진상이 되는 전류에 의해서 발생하는 자계의 모양을 보여준다. 우측 상단은 동기 발전기 전기회로의 연결 상태를 나타내고, 중앙의 그래프는 삼상 전압의 발전 모양을 하단의 그래프는 한 상 당 전압과 전류의 관계를 보여준다.

속도(Velocity)를 높이면, 회전자의 회전속도가 빨라지고, 전압의 변화도 이에 비례하여 빨라진다. 부하를 연결하면 (Load On) 중앙의 화살표가 나타나며 이는 부하에 흐르는 전류로 인해 발생하는 자속이다. 순수한 저항 부하일 때 (LoadX = 0) 회전자와 이 자속과의 관계는 90도를 이루며 리액턴스의 증감에 따라 사이 각이 변화하게 된다. 움직임을 순간적으로 정지하고 싶으면 Pause 버튼을, 다시 시작하고 싶으면 Start 버튼을 누르고, 부하의 연결은 Load On, Off 버튼을 눌러서



〈그림 6〉 동기 발전기의 원리 화면



〈그림 7〉 직류 발전기의 원리 화면

조정한다.

5. 직류기(직류 발전기의 원리)

직류기는 교류를 이용한 전기기기에 비하여 훨씬 먼저 활용되었으며, 이는 동력을 얻는 전기기계적인 원리가 발견되고 쉽게 이해되었기 때문이다. 직류 발전기의 경우에는 원운동을 하는 도체에 유기된 전압이 교류의 형태를 발생하지만, 정류자를 이용하여 일정한 공간에서 물리적으로 연결 단자를 스위칭하여 직류 전압을 얻어낼 수 있다는 것이 그 원리이다.

직류기는 예전부터 많이 활용되었고, 지금도 소형기기에 많이 활용되고 있다. 직류 발전기 이해의 중요한 요점은 전류가 발생하는 구조와 정류자를 통한 정류현상을 이해하는데 있다.

〈그림 7〉의 좌측 상단의 그림은 직류 발전기의 구조를 보여준다. 이해를 쉽게 하기 위해서 앞과 옆에서 본 모양을 같이 도시하였다. 도체가 회전함에 따라서 도선 A와 B에 교류전압이 유기되나 정류자를 통해서 스위칭이 발생하므로 정류된 형태의 파형이 출력된다. 왼쪽 하단의 그래프는 이러한 정류과정을 보여준다. 회전속도를 조절하여 보고 그래프의 y 좌표 스케일을 오른쪽의 노브를 통하여 조절하는 것이 가능하다.

IV. 결과 및 설문조사

자바 애플릿과 플래시를 이용하여 웹 기반의 전기기기 학습용 콘텐츠를 개발하였다. 현재 개발된 61 개의 콘텐츠는 전기기기 강의 부교재로 활용중이다. 컴포넌트 기법을 활용한 기술로서 자바 및 플래시의 개발시간을 단축하여 양질의 콘텐츠를 적은 인력, 비용, 시간으로 완성할 수 있었으며 개발한 콘텐츠는 음성상좌 모듈을 추가하여 완벽하게 실제 강의를 대체할 수 있도록 구성하였다.

전기기기 학습 콘텐츠를 2003년 2학기 전기기기 수업에 활용하여 28명의 학생(공주대학교 전기공학전공)에게 설문조사를 하여 표 1에 나타내었다. 표에 나타난 결과로 학습 콘텐츠가 대다수(85.8%)의 학생들에게 도움이 되었으며, 도움이 되지 못하였다는 응답은 3.6%에 불과하였다. 또한 교실수업과 학습 콘텐츠 수업을 병행하는 것이 좋다(71.4%)는 결과를 얻었다.

전기기기 학습 콘텐츠의 어느 측면이 가장 도움이 되었느냐는 질문에는 50%의 학생이 그림과 도표가 이해를 도와주었다고 응답하였으며, 28.6%의 학생이 반복할 수 있기 때문이라고 응답하였고, 14.3%의 학생이 흥미를 주기 때문이라고 응답하였다. 학습 콘텐츠에 있는 대부분의 그림과

도표가 자바 및 플래쉬 프로그램으로 만들어져서 상호작용이 뛰어나므로 학생들의 이해를 돕기에 적합한 것으로 판단된다.

전기기기 학습 콘텐츠를 네 요소로 나누어 가장 도움이 된 요소를 설문조사하였는데, 53.6%의 학생이 자바 및 플래쉬를 활용한 시뮬레이션 프로그램이라고 응답하였고, 32.1%의 학생이 인터넷 문제풀이라고 응답하였다. 시뮬레이션 프로그램은 상호작용이 뛰어나서 사용자가 마우스를 이용하여 전기기기를 작동하고 그 결과를 그림과 그래프로 확인할 수 있도록 되어있다. 인터넷 문제는 문제풀이에 임할 때마다 난수를 이용하여 새로운 문제가 출제되도록 되어있으며 학생들이 문제를 푼 날짜, 걸린 시간 등의 정보가 서버에 오도록 되어있어 학생들이 문제를 풀었는지를 체크할 수 있다.

V. 결 론

자바 애플릿과 플래쉬를 이용하여 웹 기반의 전기기기 학습용 콘텐츠를 개발하였다. 개발된 콘텐츠는 높은 상호작용 기능을 가지고 있어서, 학습자의 흥미를 유발시키는 장점이 있다. 복잡한 전기, 자기, 물리, 수학적 개념을 그림과 그래프를 통하여 반복하여 학습할 수 있어서 쉽게 이해할 수 있는 장점이 있다.

본 학습 콘텐츠를 활용하여 얻을 수 있는 효과는 다음과 같다.

첫째, 학습욕구 증진: 그림과 그래프를 이용한 학습용 콘텐츠를 작동시킴으로써 일반적인 교실수업으로 이해하기 어려운 전기기기의 원리를 쉽게 이해할 수 있으며 학습자의 학습 욕구를 증진할 수 있다.

둘째, 교수자의 강의시수 절감: 일반적인 전기기기의 개념은 인터넷 기반의 콘텐츠로 대처하고 강의시간에는 이를 확인 보완함으로써 수업시간을 신속적으로 조절할 수 있다.

셋째, 수업의 내실화: 기본적인 개념을 인터넷을 통하여 익히도록 하고 면대면 강의에서는 이를 확인 보완함으로써 수업을 내실화할 수 있다. 또

한 이해도가 낮은 학습자는 학습 콘텐츠를 여러 번 반복함으로써 이해도를 높일 수 있다.

개발된 결과물은 교육용 콘텐츠 개발표준안인 SCORM 규약에 맞추어 다른 LMS(Learning Management System) 에서도 학습자 정보를 저장하여 학습자 정보 트래킹이 가능하도록 할 계획이다. 이렇게 되면, 학습자의 콘텐츠 단위별 학습 시간 및 반복 횟수 등의 관리가 가능해 질 것이다.

[참 고 문 헌]

- 김영민, 허원, 기장근(1998). **JAVA를 이용한 마이크로 프로세서 시뮬레이터 개발에 관한 연구**, 대한 전기학회 추계 학술대회, 634-640.
- 이충기(2002). **웹 기반의 자바 프로그래밍 강의 교안 개발**, 공학교육연구, 5(1), 4-18.
- 허 원(2001). **Java Beans 기술을 이용한 효과적 공학 교육용 Applet 개발에 관한 연구**, 공학교육연구, 4(2), 27-33.
- 허 원, 기장근(2000). **인터넷과 공학교육**, 2000 전기학회 하계 학술대회, 공학교육 특별 세션.
- Charmers, B. J. (1999) *100 Years of Electrical Machines*, Int. J. Elect. Engineering Education, 36(4), 355-364.
- Huang, H. P. and Lu, C. H. (2003), *Java-Based Distance Learning Environment for Electronic Instruments*, IEEE Trans. Education, 46(1), 88-94.
- Ki, J. K. and Ho, W. (1999), *Development of an Online Inter-active Virtual Lab for Digital Logic Circuit (DVLAB)*, Tel-elearning '99 at Montreal, Demo. Booth No. 1.
- Reed, J. A. and Afjeh, A. A. (1998), *Developing Interactive Educational Software for the World Wide Web with Java*, Computers and Education, 30(3), 183-194.