

멀티미디어를 이용한 웹 기반의 전기자기학 교재 개발

김영선*, 최경**, 이기식*

단국대학교 전기·전자·컴퓨터공학부*
강원대학교 전기·전자·정보통신공학부**

(2001. 7. 26. 접수)

Development of Web-based Contents for Electromagnetics Course using Multimedia

Young-Sun Kim*, Kyung Choi**, Ki-Sik Lee*

*School of Electrical, Electronic and Computer Engineering, Dankook University**

*Division of Electrical and Computer Engineering, Kangwon National University***

(received July 26, 2002)

국문요약

최근 들어 인터넷과 웹의 보급이 확산됨에 따라 이를 이용한 교육용 콘텐츠들이 활발히 제작되고 있다. 본 연구에서는 전기전자 분야의 기본과목인 전기자기학을 교과목의 대상으로 하여 콘텐츠를 제작하였다. 이 교과목을 다루는 대부분의 교재들은 복잡한 수식으로 현상을 설명하고 있으므로 학생들이 현상을 이해하는 것이 쉽지 않다. 그리하여 학습 효과의 증대를 위하여 HTML, 그림, 애니메이션 및 음성 같은 멀티미디어 기법을 사용하여 콘텐츠를 제작하였다. 또한 다양한 전기자기적인 문제의 해석 및 연습에 사용할 수 있는 소프트웨어가 저자에 의해 개발되어 콘텐츠 내에 활용되었다. 본 콘텐츠의 전체적인 구성은 정전계, 정자계, 시변전자계 및 전파의 전파로 되어 있다.

Abstract

Recently, the use of the internet and the web becomes universal. So, many internet applications are made by educators. In this paper, contents about the electromagnetics course which is one of the basic subjects for electrical and electronic fields are dealt. Most textbooks concerned this topic describes the phenomena in mathematical formulas. Naturally, for the students, the understanding of the phenomena is not so easy. For the improvement the educational efficiency, the multimedia techniques such as HTML, pictures, animations and sound are utilized. And also the software developed by authors is available for the analysis or the exercise of various electromagnetic problems. The

contents are composed 4 parts : electrostatic fields, magnetostatic fields, time varying fields propagation of waves.

1. 서론

최근 들어 인터넷의 보급이 전세계적으로 보편 화됨에 따라 멀티미디어 기술과 결합된 공학교육 용 가상웹사이트를 통한 교육의 시도가 활발하게 이루어지고 있다. 지난날에도 컴퓨터, 방송 및 통신망을 이용한 원격교육은 있었지만 전통적인 교실수업에 비해 피교육자의 학습효과가 낮아 확산 되지 못하였다. 그 이유는 단방향 통신, 단순 텍스트나 이미지의 전달만을 목적으로 하는 일방적인 교육으로 피교육자로 하여금 학습에 능동적 참여를 유발시키지 못함에 있다. 웹 기반 교육의 가장 큰 장점은 거대한 인터넷망을 통한 정보의 저장 및 공유를 할 수 있고, 콘텐츠의 재활용이 가능하며, 장소에 제약울 받지 않는다는 것이다(이충기, 2001).

본 연구에서는 전기자기학이라는 교과를 채택하여 그 교과목의 교육목표와 내용을 기술하여 학습자로 하여금 원리부터 응용까지를 습득하는데 목적을 두었다. 전기자기학은 전기공학 및 전자공학 전반에 걸쳐 필수적으로 이수해야하는 기초과목이다.

과목의 특성상 수학적 표현이 많고 내용이 생소하여 학생들이 초기에 내용을 이해하기 매우 어려운 과목이다. 전기자기학은 물리에 기초를 둔 학문으로 수학 자체보다는 물리현상의 이해와 공학적 감각을 우선으로 하여야 한다. 그러므로 전기자기학 현상을 쉽게 이해할 수 있는 멀티미디어 콘텐츠를 제작하여 학생들의 학습을 돕는 동시에 원래부터 난해한 학문이라는 굴레에서 벗어나야 한다. 특히 전기자기학을 충실히 공부/습득해야만 기존의 틀에 박힌 설계원론에서 벗어난 새로운 첨단 기기의 설계에 도전할 수 있다는 점에서 전기·전자의 기초학문으로서 중요성은 더욱 부각되고 있다.

본 개발에서는 전기자기학의 전반적인 내용을 정전계, 정자계, 시변전자계, 전파(電波)의 전파(傳播)로 크게 4 단원으로 분류하여 각기 세부내

용에 대한 중간, 기말 시험을 포함하여 16주 분량의 교육용 콘텐츠를 작성하였다. HTML, Graphics, Sound, Animation 등의 다양한 멀티미디어 기법을 이용하여 전 교과의 내용을 움직임, 밀줄 등의 애니메이션과 음성강의로 구성하였다. 또한 자연현상의 법칙이나 원리를 이해하고자 할 때 실험이 불가능한 현상들은 수치해석을 통한 시뮬레이션 기법을 이용하였다. 저자에 의해 개발된 실습프로그램을 콘텐츠에 첨가하여 학습자들로 하여금 기존예제를 이해하고 예제를 변경하여 새로운 문제에 적용하여 응용능력을 배양하도록 하였다. 개발된 콘텐츠는 질문, 과제물, 평가 등의 기능을 지니고 있지 않아 현재로서는 교실강의의 부가 수단으로 만 활용되고 있다. 본 교과목의 콘텐츠는 아래의 주소에서 온라인으로 제공되고 있다.

<http://user.dankook.ac.kr/~kisiklee/Electromagnetics/index.htm>

2. 교재개발

2.1 교재개발 목적

웹 기반을 통한 강의는 시간과 장소에 제약을 받지 않고 다수가 동시에 학습을 할 수 있는 장점이 있다. 반면에 일방적 전달로 학습내용의 습득 정도와 관계없이 강의가 진행될 수도 있다. 이에 본 콘텐츠는 학습자들이 다소 어려운 느낌을 갖는 전기자기학에 친근감을 갖게 하기 위하여 전문성 우의 음성강의, HTML, 애니메이션 및 실습프로그램을 통한 멀티미디어 콘텐츠를 제작하여 학습의 동기부여를 목적으로 하고 있다.

현재, 전기자기학은 컴퓨터의 발달로 인해 많은 수치해석 기법(유한요소법, 유한차분법, 경계전해법, 가상전해법, 적분법, 몬테칼로법, MoM 등)을 이용하여 해석하고 있다. 이미 많은 상용 해석 프로그램이 개발되어 사용되고 있으므로 현대 공학자의 입장에서는 이론적이고 대수적으로만 취급

되던 전기자기학을 공학적 입장에서 쉽게 접하고 응용할 수 있는 능력을 교육하여야 한다.

본 연구에서는 기존의 수학방정식 위주의 전기자기학을 현상 및 해석 위주로 변환하여 학생이 이해하기 쉽도록 하였다. 또한 멀티미디어 기법 및 유한요소법을 이용하여 복잡한 형상의 해석사례 등을 이용하여 교과와 이해와 응용이 쉽도록 교육용 콘텐츠를 작성하고자 한다. 실습 프로그램을 이용하여 학생이 기존 수식에 의한 기본 모델뿐만 아니라 임의로 변형된 문제도 전계, 자계 및 시변전자계의 전자장 분포를 해석 할 수 있는 콘텐츠를 제공하고자 한다.

2.2 개발 내용

전기자기학은 모든 전자기기의 기본 이론으로서 전기전자공학의 성립과 발전에 있어 핵심적인 역할을 하였다. 또한 물리적 발견들을 체계적으로 정리함과 동시에 이를 공학적으로 응용할 수 있는 관련 지식을 습득하기 위한 과목이다. 본 개발에서는 벡터해석을 포함하는 수학적 도구를 이용하여 정전계, 정자계, 시변 전자계에서 일어나는 각종 현상을 해석하고 이해하며, 전자계 내에서 물질들의 특성을 파악한다. 또한 이 현상과 해석을

〈표 1〉 교과내용의 목차

단원	장	제 목
1부	1	쿨롱의 법칙과 전계의 세기
	2	가우스법칙과 전속밀도
	3	에너지와 포텐셜
	4	유전체와 유전율
	5	커패시턴스
2부	6	비오사바르법칙과 자계, 자속밀도
	7	자성체와 투자율, 인덕턴스
	8	자기력과 자기포텐셜
3부	9	전자유도와 변위전류
	10	시변정현계
4부	11	전파방정식과 평면파
	12	전송선로
	13	도시법
	14	도파관 및 안테나
부록		전기자기학에 쓰이는 수학기법

바탕으로 성립된 맥스웰 방정식과 전파의 전파에 대하여 학습한다. 표 1은 교과내용의 단원구분과 목차를 나타내고 있다.

본 콘텐츠는 영상과 이미지에 의한 현상 설명 및 예제를 중심으로 과목을 운영한다. 즉, 세부 분야의 전기자기학 기본 원리를 설명한 후 대표적인 예제를 제시하고 계산 결과를 도식적으로 표출한다. 학습자는 제시된 예제를 통하여 물리적 현상을 이해한다. 그 다음 수식에 의한 계산 결과 및 임의 형상에 대한 결과를 직접 본인이 수행해 봄으로써 전기자기학의 특성을 심분 이해하도록 한다. 따라서 본 콘텐츠에서는 본문과 관련 예제와의 원활한 연계 기능을 제시한다. 실습 프로그램은 자신의 모델에 대한 예제의 추가, 삭제 및 변경을 자유롭게 하는 시뮬레이션 기능도 제공하도록 한다.

멀티미디어 자료의 제공에 대하여는 본문을 읽는 중에 음성 또는 동영상에 있는 부분을 클릭하여 멀티미디어 자료로 볼 수 있도록 하고, 동기를 맞추어서 본문의 내용이 화면에 같이 나타나도록 한다. 기본 개발 방향은 다음과 같다.

1) 본 강좌는 음성 설명을 중심으로 진행한다.

즉, 모든 강의 내용을 수업시간에 이루어지는 것과 같이 음성 설명으로 절 단위로 제공하여 학생이 편안하게 내용을 들을 수 있도록 하였다.

2) 학생은 컴퓨터에서 다른 작업을 하면서 또는 강의노트의 다른 부분을 참조하면서 음성 설명을 들을 수 있도록 하였다.

3) 학생과의 친근성을 위해서는 동영상을 사용하는 것이 필요하므로, 각 장의 개요와 예제, 강의 방향을 알려주는 데에 동영상을 사용하였다. 그러나 주 강의는 학습 효과면에서 동영상보다 음성 설명이 더 효과적일 것으로 판단되므로 텍스트로 된 강의 내용은 음성으로 설명하도록 하였다.

4) 본 콘텐츠의 진행은 각 단원마다 핵심 예제를 자세히 설명하는 방식으로 진행된다. 즉, 전기자기학의 대표적인 예제를 학생이 이해하고 응용예제를 학생이 직접 풀이한다. 또 임의의 형상을 정하여 전기자기학적 물리 현상을 살펴볼 수 있도록 한다. 매주 예제의 실습 여부를 확인하여 다음

단계를 이해하는데 도움이 되도록 하였다.

2.3 콘텐츠의 특징

1) 교안 작성

제작된 콘텐츠의 내용은 16주 분량의 강의 내용에 대한 그림 1과 같이 텍스트와 그림 등으로 작성되어 있다. 특히, 전자기학은 수식 위주의 학문으로서 텍스트의 80% 이상이 수식이다. 그러므로 이의 처리에 많은 시간이 걸리나 본 콘텐츠에서는 16주 분량에 대한 수식이 모두 포함되어 교과와 정량적인 설명이 가능하다.

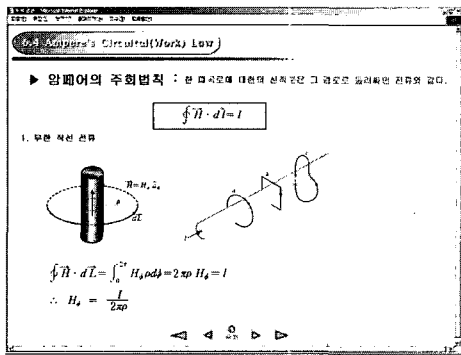


그림 1. 글, 수식 및 그림으로 구성된 내용

2) 그림(Graphics)

전체 교과와 내용을 구현하기 위한 그림은 컬러 및 입체로 입력되어 간단한 마우스의 조작으로 교과와 수업내용을 이해하는데 도움이 된다. 그림 2와 같이 학습자가 진행버튼, 후퇴버튼 및 동화상버튼 등을 선택할 수 있게 하였다.

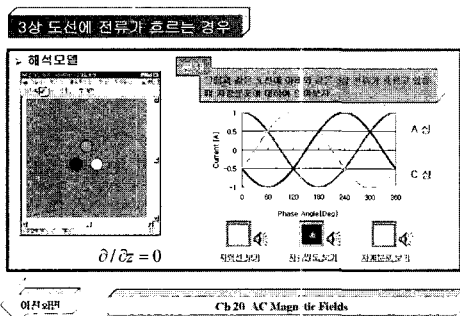
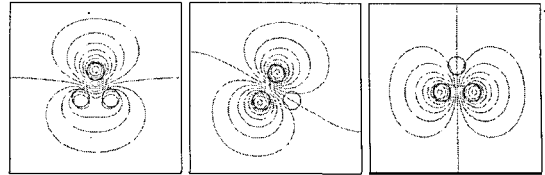


그림 2. 그림, 소리 및 그래프로 구성된 내용



a) $\phi=0^\circ$ b) $\phi=30^\circ$ c) $\phi=90^\circ$
그림 3. 동영상 화면(3상 도선의 자력선 분포)

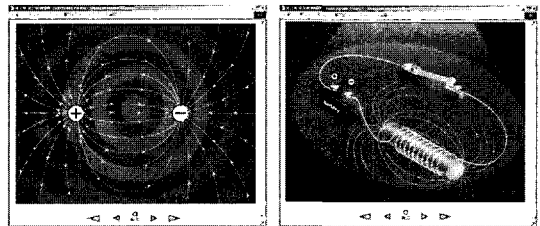
3) 소리(Sound)

매 장에 대한 강의 내용을 전문성으로 하여금 녹음하여 강의내용의 정확한 전달과 이해를 도모한다. 또한 강의 내용을 녹취록으로 작성하여 수업보조용 노트로 사용하였다.

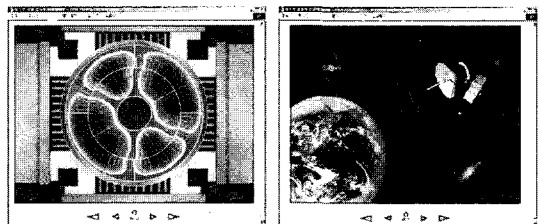
4) 애니메이션(Animation)

매 단원의 도입부에 그림 4와 같이 단원과 관련된 동영상을 삽입하여 그 단원의 전체적인 이해를 파악하게끔 하였다. 또한 매 장의 중요개념이나 원리 및 예제를 Flash Animation을 이용하여 음성과 동기(synchronous)하여 내용의 이해를 돕고 흥미를 유발하여 학습효과를 증대하였다.

이를 통해 학습자들은 기존의 교과서의 정적인 구성에서 동적인 화면구성으로 전환됨에 따라 학



a) 정전계 b) 정자계



c) 시변전자계 d) 전파의 전파

그림 4. 각 단원을 소개하는 동영상

습에 대한 흥미와 동기를 유발하리라 생각된다.

5) 실습용 프로그램

전기자기학 교과와 특성상 실험을 할 수 있는 여건이 어려움으로 전자기학 문제를 직접 수치해석으로 입력/해석 할 수 있는 실습 프로그램이 작성하였다. 정전계, 정자계 및 시변전자계 별로 예제를 다수 입력하여 전자장현상의 가시화를 통해 이해를 도모하였다. User Interface를 두어 학습자가 예제의 내용을 일부 변화하여 다른 결과를 예측하고 직접 확인할 수 있게 하였다. 콘텐츠 내에 User's Guide를 두어 실습프로그램의 활용에 도움을 주었다. 그림 5는 실습프로그램을 통한 예제중의 하나를 보이고 있고, 그림 6은 그 예제에

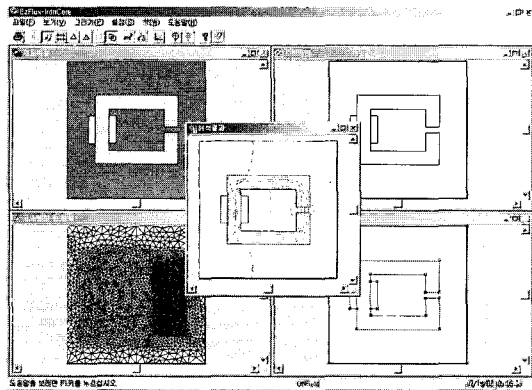


그림 5. 실습프로그램을 통한 기존예제

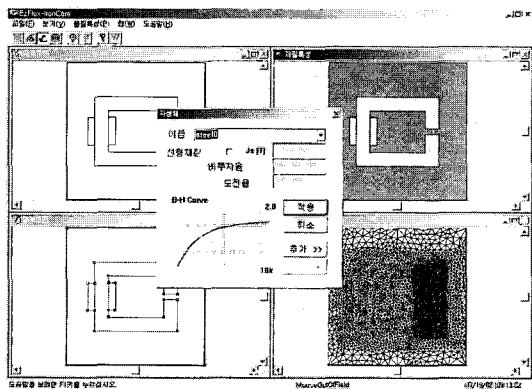


그림 6. 실습프로그램을 통한 변화된 문제설정

서 재질의 종류를 바꿔보는 화면이다.

6) 연습문제

각 장의 마지막 부분에 연습문제를 정리하여 난이도 별로 기본예제, 실전예제 및 고급예제로 구분하여 그림 7과 같이 수록하였다. 기본예제는 교과 내용의 재생하는 정도의 단답형으로 하였고, 실전예제는 관련분야의 자격증 취득을 할 수 있을 정도의 난이도로 객관식으로 구성하였다. 고급예제는 대학이상의 수준으로 단편적인 지식보다는 응용력과 사고력을 가지고 풀 수 있는 난이도가 높은 문제를 수록하였다. 일부 고급예제는 수치해석을 적용한 결과물로 작성하였다. 그리고 연습문제 전체를 바로 확인이 가능하도록 그림 8과 같이 정답 또는 해답 버튼을 두어 확인하게 하였다.

3. 콘텐츠 개발의 고찰

멀티미디어를 이용한 웹기반 교육용 콘텐츠 개발은 교과과목의 특성과 학습자의 성격과 교육환경을 고려하여 작성되어야 한다. 본 연구에서의 전기자기학은 국내 정규대학의 학생 또는 대학원생들을 대상으로 한 한 학기 강의용이며 중간, 기말 시험을 포함한 16주 분량으로 개발되었다.

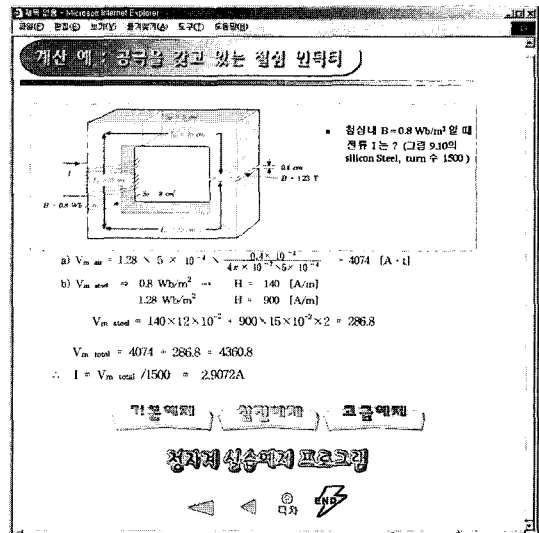


그림 7. 연습문제 및 실습프로그램 도입화면

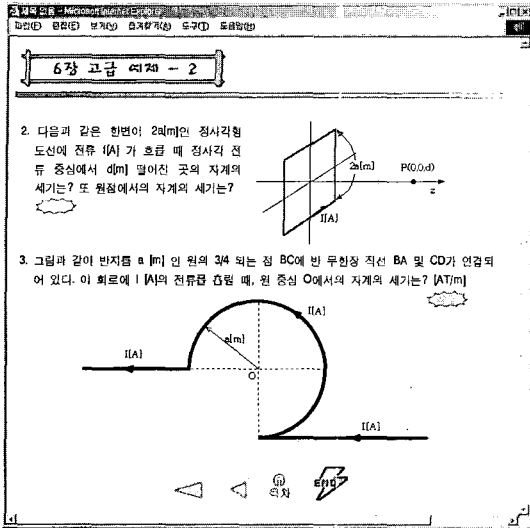


그림 8. 연습문제 화면(고급문제의 경우)

3.1 콘텐츠의 구조

콘텐츠의 구조는 제1부 정전계, 제2부 정자계, 제3부 시변전자계 및 제4부 전파의 전파로 크게 4단원으로 구성되었다. 학습자의 편의를 위해 가급적 전진, 후진의 간단한 구조로 되어있다. 각 단원은 각 장으로 구성되어 있으며 매 장은 텍스트, 수식, 그림 및 그래프등을 통한 애니메이션으

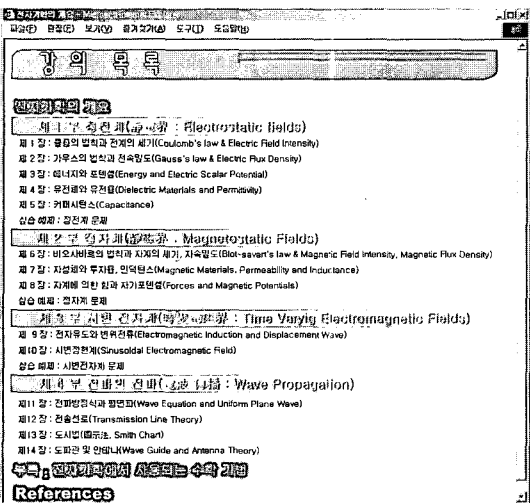


그림 9. 제작된 콘텐츠의 강의목록

로 작성되었다. 또한 매 장이 끝나는 부분에 연습 문제를 성격별로 기본예제, 실전에제 및 고급예제로 나누어 그 답과 함께 수록하였다. 실습 프로그램은 각 단원의 마지막 부분에 실습프로그램 내려 받기 및 설치방법과 함께 제시하였다.

3.2 콘텐츠의 제작

전자기학은 교과목의 특성상 개념을 중요시하는 교과목이다. 따라서 화면의 구성 및 흥미도 중요하지만 그 내용이 일관성이 있고 합리적이어야 한다. 본 콘텐츠는 수십년의 강의경력과 전자기학의 권위가 있는 대학교수 두 명이 의해 작성 감수되었다. 대학원생을 활용하여 학습자의 입장을 반영하여 수정·검토하였다.

콘텐츠의 내용은 텍스트 및 수식 등은 파워포인트 5.0을 이용하여 제작하였다. 그리고 내용설명은 외부의 전문성우를 활용하여 정확한 내용전달과 일관성을 갖추었다. 매 단원의 소개 동영상은 플래쉬 5.0을 이용하여 제작하였고, 실습 프로그램은 본 연구의 저자에 의해 Visual C++ 6.0을 이용하여 직접 개발되었다.

<표 2> 내용별 제작도구 및 형식

내용	제작도구	형식
텍스트	파워포인트/ 나모웹에디터	ppt/html
수식	Power Point	bmp/jpg
그림	포토샵	bmp/jpg
소리	전문성우	wav/mp3
애니메이션	플래쉬 5.0	fla
실습프로그램	VC++ 6.0	exe

4. 결론

정보통신기술의 발달과 인터넷 인구의 급증으로 공학교육의 부분에서도 그 요구가 날로 증대되고 있다. 이에 전자기학 교과를 웹 기반으로 하여 콘텐츠를 제작하였다. 본 연구에서는 멀티미디어 기법을 이용하여 대학 또는 대학원 정도의 전자기학 교과목의 콘텐츠를 개발하였다. 멀티미디어 기

법으로는 텍스트, 수식, 그림, 그래프, 사운드, 애니메이션, 동화상 등이 조합을 이루고 있다. 이 내용을 플래쉬 5.0을 이용하여 전과정에 애니메이션 기능을 첨가하여 웹에서 운영되게끔 개발하였다. 또한 풍부한 연습문제를 통하여 학습효과를 증대하고 실습프로그램을 두어 사용자 인터페이스에 의한 전기자기학의 개념 및 원리에 이해를 돕고자 하였다.

일선 현장에서 교육에 종사하는 교육자들의 다양한 경험과 지식을 토대로 이러한 웹기반의 교재들이 개발된다면 시간과 장소에 제약을 받는 학습 욕구를 갖고있는 사람들에게 큰 도움이 될 것이

다. 또한 양질의 교육 콘텐츠 개발에 발전을 거듭 하리라 사료된다.

[참고 문헌]

- [1] 이충기(2001), 자바 프로그래밍 교육에서 웹 기반 강의와 면대면 강의의 학습효과 비교 분석 연구, 공학교육연구, 4(2), 3-10.
- [3] 김동식, 서삼준(2001), 웹기반 전기전자 가상 실험실 구현방법, 공학교육연구, 4(1), 20-25.

감사의 글

본 연구는 학술진흥재단 2000년 멀티미디어 콘텐츠 개발 지원으로 수행되었습니다.