



반복적, 경험적, 인식적, 개인적으로 시스템의 파라미터 값을 변화 하면서
시스템의 변화 상태를 인지 하는 것으로 교육자와 학습자 간에 일대일
교육을 하는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다.

공학 교육을 위한 대화식 교육 시스템의 개발

— 자바 언어의 이용을 중심으로 —

1. 공학 교육의 새로운 지표

새로운 전달 매체의 출현으로 교육 방법이 여러 측면에서 다양한 변화를 맞고 있다. 종래의 단조로운 교육 방법에 비하여 학습자에게 짧은 시간에 더욱 높은 교육 효과를 거두기 위한 여러 가지 방법들이 제시되고 있다. 이러한 전달 매체로는 애니메이션 효과, 음향효과, 그림, 대화식 컴퓨터의 이용 등이 있다.

공학 교육 뿐만 아니라 일반적인 교육 분야에서 대화식 교육과 교육 평가의 두 가지 측면이 강조되고 있다. 교육은 교육자와 학습자 간에 충분한 의사 소통이 이루어져야 하고, 교육 효과를 정확히 측정하기 위해서는 이에 대한 적절한 평가 방법이 수반되어야 한다. 교육 평가는

학습자의 학습 능력 평가 이외에도 교육 효과 달성 여부의 지표로 사용되어야 한다.

공학 교육에 있어서 많은 부분은 파라미터의 값을 구하거나 그 성질을 이해하는 문제로 귀납된다. 또한 파라미터의 값을 변화함으로써 나타나는 현상들을 실시간으로 확인하면 높은 교육 효과를 거둘 수 있다. 이는 반복적, 경험적, 인식적, 개인적으로 시스템의 파라미터 값을 변화 하면서 시스템의 변화 상태를 인지 하는 것으로 교육자와 학습자 간에 일대일 교육을 하는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다. 이러한 의미에서 이를 대화식 교육방법의 실현이라고 할 수 있다. 한편 공학분야에서의 평가는 많은 부분이 공식을 이용한 계산 수행능력을 묻는 경우가 대부



허 원 교수
공주대 전기전자정보공학부

분이다. 공식에 대한 이해를 묻는 자동 문제 출제기를 문제의 파라미터 부분만을 변화하여 다른 값을 가진 문제를 생성하고 이를 채점하고 관리하도록 개발한다면 출제자는 출제에 소요되는 시간을 줄이고, 학습자 입장에서는 학습자마다 모두 다른 시험 문제를 갖고 평가를 받게 되어, 원하는 시간 혹은 원하는 횟수만큼 평가를 받아도 출제자의 부담을 덜 수 있다.

이상에 언급된 내용을 컴퓨터 프로그램으로 개발을 하였을 경우 이를 활용하는 방법에 따라 교육 효과에 큰 영향을 미치게 된다. 대학식 교육과 교육 평가 프로그램은 독립적인 환경에서보다 네트워크 기반의 프로그램으로 개발하여야 하는데 최근에 급속한 속도로 보급되고 있는 인터넷 망과 웹 기반의 브라우저들을 활용하여 그 효과를 극대화 할 수 있다. 학생들은 일반적인 웹 브라우저를 사용하여 수업을 위한 홈페이지에 접속하며 홈페이지 상에서 운용되는 대화식 프로그램을 실행한다. 교육 평가도 마찬가지로 홈페이지 기반의 환경에서 문제를 받고 이를 풀어서 평가 받으며 결과를 즉시로 확인할 수 있는 프로그램의 개발이 가능하다.

홈페이지에서 개별 프로그램이 운용되는 것과 같은 효과는 자바 언어를 사용하여 얻을 수 있다. 이는 홈페이지에 동적인 기능을 붙여 넣어주는 역할을 하며 클라이언트에서 프로그램을 운용하여 서버의 부담을 줄여주는 등 여러 가지 문제점에 대한 해결책을 제시하여 준다. 자바의 기능과 역할을 살펴보고 개발된 프로그램의 종류와 실행 방법을 살펴 보도록 하자.

2. 자바를 이용한 교육 시스템의 개발

2.1 개발 도구로서의 자바

자바는 미국의 Sun Microsystems에서 만든 객체 지향적인 프로그램이다. C++가 갖고 있는 일부 기능을 삭제하고 인터페이스나 통신, 보안등의 기능들을 보완한 프로그램이다. 자바는 C++와 비슷한 문법 구조를 가지고 있으며, 가상 기계라고 하는 인터프리터에서 수행된다. 이러한 특징은 인터넷 상에서 기종이 다른 컴퓨터에서 프로그램의 실행을 가능하게 한다. 자바는 인터넷과 같은 분산된 컴퓨팅 및 통신 환경에 적합한 응용프로그램을 만들기 위해 적합하다. 현재는 주로 웹 페이지를 위한 애플릿 개발 언어로 사용되고 있지만 앞으로는 독립적인 애플리케이션을 만드는 프로그램으로 발전할 것이다. 자바의 특징은 다음과 같다.

1) 간단하다 : 자바에는 고급 언어 중 실용적이 아니라고 판단된 기능은 제거되었다.

2) 객체 지향적이다 : 자바는 수와 논리 값을 제외한 것의 모든 것이 객체로 구성되어 있다. C++에 비하여 단일 상속만을 지원한다는 점이 있지만 이는 오히려 혼란을 막고 모든 것이 클래스 단위로 구성되어 있으므로 매우 객체 지향적인 언어라고 할 수 있고, 코드의 수정 및 재사용이 수월하다.

3) 분산 환경을 지원한다 : 자바에는 TCP/IP 라이브러리가 기본적으로 포함되어 있다. http와 ftp 프로토콜이 기본적으로 지원된다.

4) 인터프리터 언어이다 : 자바는 정확하게 말하자면 컴파일 언어인 동시에 인터프리터 언어이다. 바이트 코드로 이루어진 class 파일을 생성하기 위해서는 컴파일을 해야 하고, class 파일을 웹 브라우저로 실행하는 방식이다. 바이트 코드가 효율적으로 구성되어 컴파일에 가까운 속도를 얻을 수 있다.

5) 강력하다 : 포인터의 개념을 삭제하여

잘못된 주소를 가리킬 가능성을 사전에 없앴고, 에러를 방지하여 막을 수 있는 방법을 제공하며 리소스 관리(Garbage collection) 기능을 갖고 있다.

6) 기계 중립적이다: 자바는 웹을 기본 환경으로 하고 있어서, 클래스 파일로 컴파일된 2진 코드는 자바 런타임이 설치된 시스템에서는 UNIX, Win95, Macintosh 등 어디서나 그대로 실행할 수 있게 된다.

7) 멀티 스레딩을 지원한다: 하나의 프로그램 단위가 여러 스레드를 동시에 수행할 수 있다. 각각의 스레드는 하나의 프로그램과 동일한 작업으로 생각할 수 있으므로 여러 개의 프로그램을 동시에 실행할 수 있게 된다.

이상과 같은 장점들은 대화식 교육 시스템 개발과 교육 평가 시스템을 구현하는데 활용할 수 있다.

2.2 대화식 교육 시스템의 개발

대화식 교육 시스템 개발은 일반 대학 전기 공학 과정에서 3학년 학생을 대상으로 두 학기 동안 교육하는 전기기기 과목을 대상으로 하였다. 이 분야는 전동기 및 발전기의 원리와 특성을 이해하고 이를 설계하는 내용으로 구성되어 있으며, 기계적인 움직임과 전기적인 원리를 이해하여야 하고 많은 공식과 이론적, 경험적인 개념을 요구한다는 점에서 일반적인 공학 교육의 예라고 할 수 있으며 동일한 방법론을 다른 공학 분야로 쉽게 확장할 수 있다.

자바를 이용하여 개발한 대화식 프로그램은 애니메이션을 이용한 프로그램, 그래픽을 이용한 프로그램, 파라미터와 수식을 이용한 프로그램의 세가지로 분류할 수 있다. 각각의 기능을 살펴보면 다음과 같다.

1) 애니메이션을 이용한 프로그램
간단한 공학적, 기계적인 개념을 2차원

의 애니메이션으로 보여주는 프로그램이다. 순차적인 애니메이션이 아니고 사용자 조작에 따른 논리에 의해 움직이는 애니메이션으로 원리 및 개념 이해를 쉽게 한다. 예제로는 다음과 같은 기능의 프로그램이 있다.

(1) 플레밍의 왼손 법칙: 자기장 안에 있는 도체에 전류가 일정 방향으로 흐르게 되면 도체에 플레밍의 왼손 법칙에 따라 일정 방향의 힘이 발생함을 애니메이션으로 보여준다.

(2) 플레밍의 오른손 법칙: 평행인 도체에 수직으로 일정량의 자속이 발생하고 있고, 그 위를 직선 도체가 움직일 때, 도체에 흐르는 전류의 방향이 플레밍의 오른손 법칙에 의하여 결정되는 것을 애니메이션으로 보여준다.

(3) 발전기의 원리 이해: 자기장 안에서 회전자의 회전 방향과 회전 속도, 그리고 자기장의 크기를 변화 시켰을 때 나타나는 전압의 크기와 극성을 애니메이션으로 보여준다.

(4) 전동기의 원리 이해: 자기장 안에 코일을 설치하고, 전류를 흘려 주었을 때 나타나는 코일의 회전과 이를 전동기에 응용하는 방법을 애니메이션으로 보여준다. (그림1) 참조

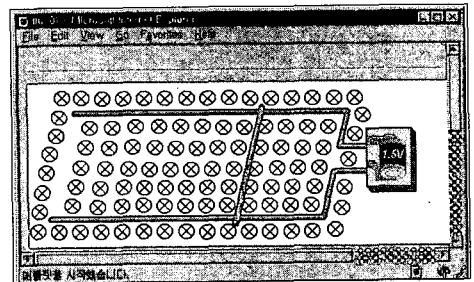


그림 1. 애니메이션을 이용한 프로그램
(플레밍의 왼손 법칙)

2) 그래픽을 이용한 프로그램

몇 가지 파라미터의 값을 변화 시키고 이에 따른 결과를 그래프로서 확인할 수 있는 유형의 프로그램이다.

(1) 정류자 편에 의한 정류 현상 : 정류자의 수, 자속 밀도 등을 조절하여 이에 따른 정류자의 공간상의 배치, 발생 전압의 모양 등을 확인할 수 있도록 한다.

(2) 전기자 코일의 권선법 : 정류자의 수, 극 수 등을 조절하여 전기자 권선의 구조를 그림으로 보여주고, 권선 감는 방법을 보여준다.

(3) 전기자 반작용 : 주 자계와 반작용 자계의 크기를 조절하여 합성 자계의 파형을

을 관찰하고, 이를 통해 중성 축의 이동을 보여준다.

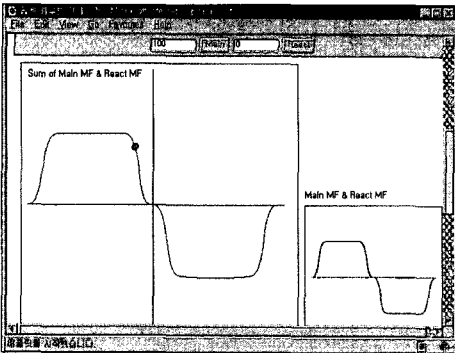
(4) 직류 발전기의 전압 특성 곡선 : 직류 발전기에서 부하 전류의 변화에 따라 나타나는 직권, 분권, 복권의 전압 특성 곡선을 보이고 각각의 특성을 비교하여 보여준다.

(5) 직류 전동기의 속도 특성 곡선 : 직류 전동기에서 외부 부하 변동에 따른 직권, 분권, 복권의 속도 특성 곡선을 얻고 이를 비교하여 준다.

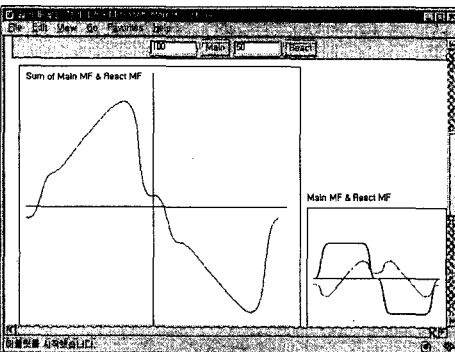
(6) 직류 전동기의 토크 - 부하 특성 곡선 : 직류 전동기에서 부하의 변화에 따른 직권, 분권, 복권의 토크 특성을 곡선을 얻고 이를 비교하여 보여준다.

(7) 직류 전동기의 속도 제어 : 직류 전동기를 전기자 저항, 공급 전압, 계자 저항 등을 변화시켜 속도를 제어하는 것을 그래프로 보여준다.

(8) 기동 저항 법 : 직류 전동기의 기동시 직렬 저항의 삽입을 통하여 기동 전류가 제한되는 것을 그래프로 보여준다.



(a) 반작용 파라미터가 0인 경우



(b) 반작용 파라미터가 50인 경우

그림 2. 그래픽을 이용한 프로그램 (전기자 반작용)

3) 파라미터와 수식을 이용한 프로그램
주어진 공식에 따른 특정 파라미터의 값을 구하기 위한 프로그램이다.

(1) 전압 변동률, 속도 변동률, 효율 구하기 : 입력한 데이터에 따라 나타나는 전압 변동률, 속도 변동률, 효율 등을 수식과 함께 보여준다. (그림 3) 참조

2.3 교육 평가 시스템의 개발

시험 문제 출제는 시간이 많이 걸리는 작업이다. 대부분의 경우 비슷한 시험문제를 반복적으로 출제하는 경우도 있고, 달리 시험 문제를 출제하더라도 결과적으로 전 학기와 유사한 유형의 문제를 출제하게 되는 경우가 많다. 문제를 문제 은행식으로 데이터베이스화 하여 사용하는 것은 국가

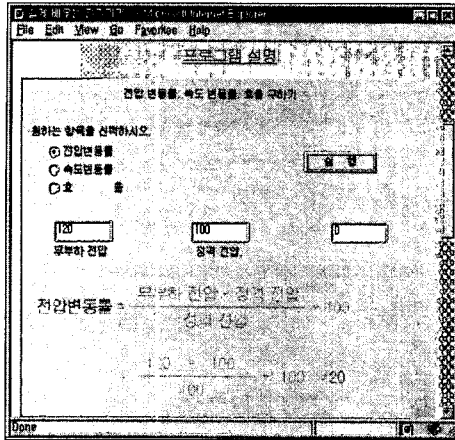


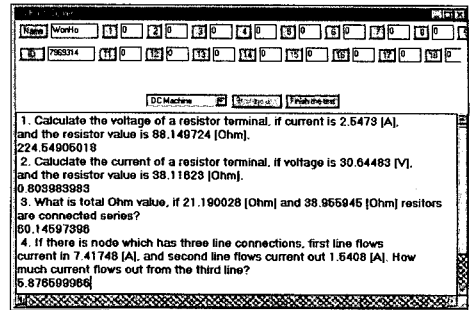
그림 3. 파라미터와 수식을 이용한 프로그램 (전압 변동률)

단위의 검정 시험이나 맞는 규모로 사실은 대학에서의 교과 과목에 대하여 이러한 데이터 베이스 방식의 문제 은행 출제 방식은 적합하지 못하다. 또 이러한 방식은 교수 나름대로의 개성이 있는 출제 경향을 반영하기 어렵다.

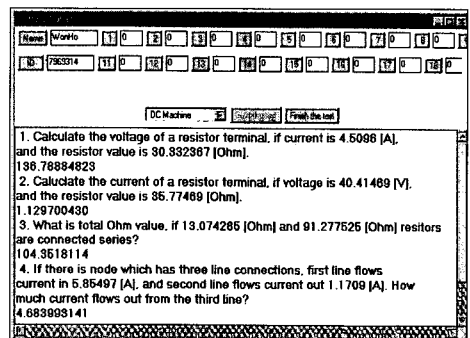
공학 교육에서의 출제 유형에 공식의 이해도 측정을 묻는 문제가 많다는 사실은 이러한 문제점에 대하여 해결의 실마리를 제시한다. 문제의 파라미터 값만 변화한다면 동일한 패턴의 문제에 대해서도 다양한 문제를 출제할 수 있다.

이러한 예제는 그림 4에서 볼 수 있다. 학습자가 네트워크를 통하여 문제 출제 프로그램을 실행하면, 화면에는 문제를 위한 공간, 답안과 학번 성명을 표시하는 테스트 창, 문제 선택 상자, 실행 버튼, 종료 버튼 등이 나타난다. 선택 상자에서 문제의 종류를 선택하고, 실행 버튼을 입력하면 문제에 문제가 출제되고, 답안을 기입하고 종료료를 선택하면 결과를 파일로 저장하도록 한다.

작성된 문제를 살펴보면, 오음의 법칙의 공식을 묻는 문제는 생성될 때마다 다른 파



(a) 첫번째 실행 결과



(b) 두 번째 실행 결과

그림 4. 문제 출제 프로그램의 출제 문제

라미터의 값으로 만들어 진다. 그림 4의 (a)인 첫번째 시험의 1번 문제에서 전류는 2.5473(A)의 값으로 되어 있고, 두 번째 시험의 1번 문제에서 전류의 값은 4.5096(A)의 값으로 되어있다. 프로그램은 동일한 공식에 대하여 임의의 난수로 발생된 변수의 값을 갖는 문제를 제출하였음을 보여준다. 이러한 방식으로 출제자는 문제의 패턴만을 작성하고 이에 따라서 임의의 파라미터를 갖는 시험 문제를 출제할 수 있다.

3. 결과 고찰 및 연구 방향

전기기기의 내용을 인터넷의 홈페이지를 통하여 대화식으로 배울 수 있는 자바를 이

용한 교육 패키지를 개발하였다. 전기기기는 직류기, 동기기, 유도기, 변압기의 종류로 나눌 수 있으며 본문에서는 직류기의 내용에 대하여 설명하였다. C를 사용하여 구현할 수 있는 프로그램을 자바로도 동일한 기능을 구현할 수 있고 이를 홈 페이지에서 실행할 수 있다. 전기기기 강의 중에 학생들에게 프로젝트로서 C를 이용한 프로그램을 도출하도록 유도하였다. 프로그램을 작성하는 중에 과목 자체에 대한 개념 이해의 정도가 심화되었다. 개발된 항목들은 대학원생들의 작업으로 자바 프로그램화 되었으며 이는 인터넷을 통하여 학생들에게 학습 자료로 공개하도록 하였다. 앞으로도 계속하여 프로그램 항목을 보완하여 나갈 계획이며, 전기회로, 마이크로 프로세서, 전자 회로 등 여러 분야에 대하여 적용할 계획이다.

문제 출제 프로그램은 애플릿으로는 과일을 직접 접근할 수 없는 자바의 보안성때문에 홈페이지에서 실행하지 못하고 애플리케이션으로 개발 중에 있다. 현재 출제 방식에 임의성을 부여하는 초기 개발 단계로서 빠른 시일 내에 프로그램을 완성하고 실용화할 예정이며, CGI의 기능을 사용하여 홈페이지에서의 운용도 가능하도록 계획하고 있다.

본 논문에서 다른 프로그램의 내용은 조선일보사와 인텔 코리아가 공동 주최한 챌린지 '97 인터넷 공모 대전에서 "쉽게 배우는 전기기기"로 은상을 수상한 작품으로, 현재 <http://elsparcl.kongju.ac.kr>과 <http://soback.kornet.nm.kr/~wonho>의 홈페이지를 통하여 공개되고 있으며, 공주대학교 자체 학술 연구비를 수혜 받아 진행된 연구 프로젝트의 결과임을 밝혀 둡니다.

4. 참고 문헌

1. Won Ho and Lee Jong-Heuk, "Development of Interactive Education System for Engineering Education", ICEE 97', Vol.2, pp640~647
2. 허원, 이종혁, "JAVA를 이용한 직류기 교육, 설계 패키지의 개발에 관한 연구", 97 대한 전기 학회 하계 학술 대회
3. Paul M. Tyma, Gbriel, and Troy Downing, "JAVA PRIMER PLUS", The Waite Group, Inc 1996.
4. K.C. Hopson and Stephen E. Ingram, "Developing Professional JAVA APPLETS", Sams.net Publishing, 1996, Chapter 1.
5. Edward Yourdon, "JAVA, the Web, and Software Development", IEEE Computer, Vol.29, No.8, pp25~30
6. Marc A. Hamilton, "JAVA, and the Shift to net-Centric Computing", IEEE Computer, Vol.29, No.8, pp31~39
7. H. Bungay, M. W. Kuchinski, "The world wide web for teaching chemical engineering", ChE Division of ASEE, summer 1995
8. The Joint Task Force on Engineering Education Assessment, "A Framework for the Assessment of Engineering Education", ASEE Assessment White Paper, June, 1996