

자바를 이용한 교육용 전자계 시뮬레이터 개발

김태용*

Development of Educational Electromagnetic Simulator using Java

Tae Yong Kim

Abstract

Electromagnetic field simulator have been developed on Java 2 platform (J2SE) because provides robust solutions for applications as well as object oriented design. The simulator can be easily utilized with independent platform. Physical variables for the simulator can be controlled by the user. The numerical results are immediately displayed with graphical images in real time. Therefore, this simulator is intended to be used for education such as antenna engineering, microwave engineering, electromagnetic theory and so on.

Key Words: 수치해석, 원격강의, 자바, 전자계 시뮬레이터

1. 서론

개인 PC의 컴퓨팅 환경의 괄목할만한 발전과 더불어 국내에서는 1995년 이후 인터넷 보급이 확산되어 다양한 정보를 서로 공유할 수 있게 되었다. 또한 자바의 출현으로 다양한 디지털 콘텐츠 보급이라는 새로운 IT 시대를 열

게 되었다.

현재 국내에서뿐만 아니라 대학강의 및 사이버대학의 설립에 따른 원격강의 및 실시간 교육과 재택강의·재택수업, 그리고 평생교육이라는 측면에서 대단한 관심을 끌고 있으며, 이로 인한 교육효과의 증대와 실시간 교육을 목표로 다양한 솔루션 및 콘텐츠 개발이 이루어

* 동서대학교 인터넷공학부

지고 있다. 현재 제공되고 있는 교육용 솔루션의 대부분은 멀티미디어 및 IT 교육에 기반을 두고 서비스가 제공되고 있다. 이것은 정보화 사회에서 적응하기 위해 바람직한 현상이라고 할 수 있다. 그러나 이공계 기피라는 사회현상을 고려한다면, 국내 공학분야의 발전과 인력의 원활한 수급을 위하여 공학관련 학문에 관심을 유도할 수 있는 다양한 콘텐츠의 개발과 서비스의 제공이 절실하다.

이에 따른 수요에 부응하여 경상대학교 물리학과 정기수 교수는 중등학교에서부터 대학에서 물리학을 전공하는 학생들까지 대상으로 한 「물리의 이해」라는 콘텐츠를 개발하여 물리학의 어려운 개념을 일반인도 쉽게 이해할 수 있도록 인터넷 웹 교재를 개발하여 제공하고 있다[1]. 이러한 물리학 분야뿐만 아니라 공학에서 기초가 되는 학문 분야에 대한 다양한 콘텐츠 개발과 제공이 부재하고 있는 실정이다.

본 논문에서는, 인터넷 기반을 이용한 교육용 시뮬레이터를 개발하여 강의 위주로 이루어지는 강의에서 탈피하여 애니메이션 기법 등을 이용하여 전자계 현상을 시각적으로 나타내어 이해를 돕고자 개발하게 되었다. 시뮬레이션을 위하여 몇 가지 수치해석 방법들을 적절히 배분하여 이용하였고, 시뮬레이터 본체는 자바 애플릿의 형식을 이용하였다.

2. 시뮬레이터 설계 및 구현

2.1 개발환경

시뮬레이터를 개발하기 위하여 자유롭게 무료로 입수하여 사용할 수 있는 자바(현재 배포 버전은 J2SE 1.4.2)를 이용하였다[2-3]. 자바는 기존 FORTRAN 및 C 언어와 비교하여 애니메이션 등을 쉽게 구현할 수 있는 그래픽 기능이 충실하며, 인터넷 IE 또는 Netscape 등의 웹 브

라우저에 의해 그래픽을 복수 사용자가 쉽게 공유할 수 있다. 뿐만 아니라 자바 개발환경(컴파일러)은 기존 컴파일러에 비해 처리속도도 떨어지지 않고 객체지향 개념을 활용할 수 있으므로 시뮬레이션을 위한 언어로서 손색이 없다. 그리고 복소수나 행렬의 연산과 같은 고도의 수치해석에도 자바를 활용할 수 있다 [4-5].

개발된 시뮬레이터는 서버에 부담을 주지 않고 시뮬레이션 결과를 즉각 확인할 수 있고, 웹에서 자료를 상호 공유할 수 있게 하기 위하여 자바 애플릿(Java applet)의 형태로 개발하였다.

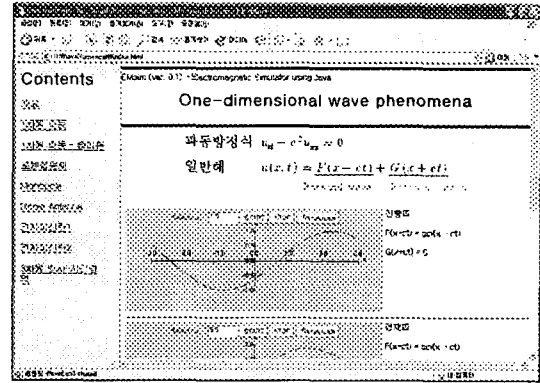
2.2 시뮬레이션을 위한 수치해석 방법

컴퓨터 기술의 발달과 더불어 수치해석을 통한 전자계 해석 방법은 여러 가지 측면에서 진전을 가져왔다. 우선 전자계 현상을 지배하는 지배방정식(governing equation)의 이산화에 따른 선형대수 방정식의 도출 방식에 따라 유한요소법(FEM), 경계요소법(BEM) 및 모멘트법(MOM), 시간영역 차분법(FDTD), TLM법 등 다양한 방법들이 제안되어 왔다[6-9]. 이것은 전자계 현상의 해석뿐만 아니라 전기 기기 및 소자의 해석, 설계분야에 지대한 영향을 미치게 되었다.

그러나 시판되고 있는 상용 시뮬레이터는 안정된 솔루션을 제공하는데 비하여 가격이 비싸고 지나치게 세분화 또는 전문화되어 있어 사용하기 위해서는 전문적인 지식을 요구한다. 따라서 사용하기 쉽고 전자계 현상을 효율적으로 모의 실험할 수 있는 교육용 솔루션의 개발이 필요하다.

이러한 이유에서, 전자계 현상에 따른 특성을 고려하여 적절한 수치해석 방법들을 선택하여 시뮬레이터 개발에 반영하였다. 예를 들어, 포텐셜 문제와 같은 정전계(electrostatic field)

해석의 경우는 라플라스(Laplace) 방정식을 포함하여 포아송(poisson) 방정식의 경우는, 직접 차분형식으로 표현하고 사용자가 적절히 경계 조건을 설정하게 함으로써, 등포텐셜을 바로 확인할 수 있도록 하였다. 또한 시간적 추이에 따른 공간적 변화를 보이는 전자파 산란과 같은 문제는 FDTD법을 적용하여 수치계산하고, 계산결과는 실시간으로 전자계의 변화를 그래픽을 이용하여 관측할 수 있도록 하였다.



<그림 1> 시뮬레이터 메인 화면

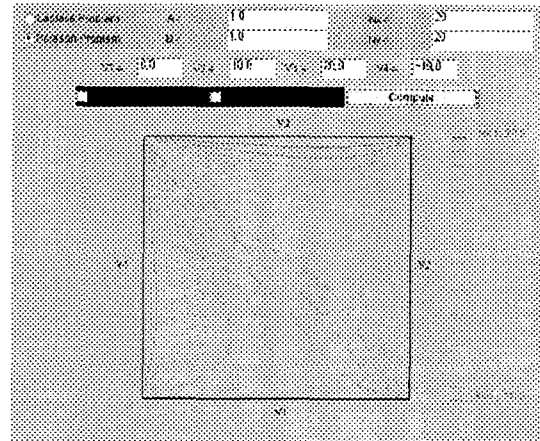
3. 시뮬레이터 구성 및 예

자바 애플릿으로 구성된 전자계 시뮬레이터의 메인 화면을 <그림 1>에 나타내었다. 현재 개발된 애플릿들은 전자계 현상을 모의 실험하기 위한 시뮬레이터 모듈용 애플릿과 계산결과를 다양하게 그래픽으로 출력할 수 있는 사용자 패키지별로 구분하여 개발하였다.

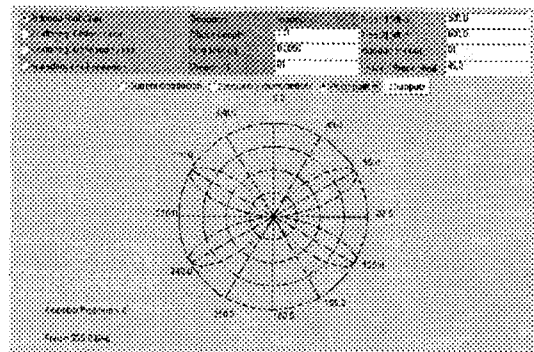
시뮬레이터를 이용한 계산 예로서, <그림 2>는 라플라스 방정식 또는 포아송 방정식으로 지배되는 정전계 포텐셜 문제를 사용자가 직접 경계조건을 지정하도록 하고, 이에 따른 등포텐셜의 변화를 확인할 수 있도록 하였다.

다음 예로서, <그림 3>의 애플릿은 다이폴 안테나를 해석할 수 있는 시뮬레이터로서, 다이폴 안테나의 전류분포, 방사특성 및 주파수에 따른 입력 임피던스 등을 계산할 수 있다.

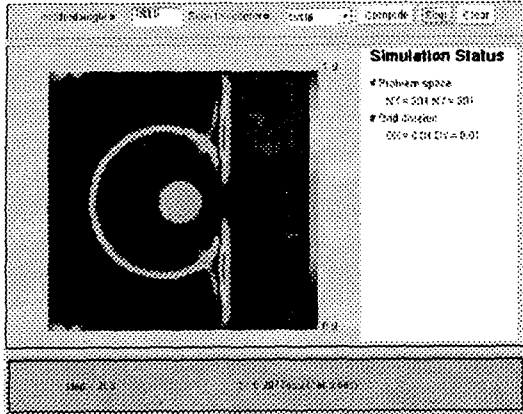
<그림 4>에 나타난 시뮬레이터는, 2차원 전자파 산란 문제 해석이 가능하다. 계산 영역 내에 정의된 산란체(scatterer)에 대하여 임의의 입사각을 가지고 TM(Transverse Magnetic) 파가 입사할 경우, 시간경과에 따라 어떻게 산란현상(EM scattering)이 일어나는지를 관측할 수 있다.



<그림 2> 포아송 방정식을 이용한 포텐셜 문제 해석



<그림 3> 다이폴 안테나의 방사특성



<그림 4> 입사계와 산란계를 함께 보여주는 2차원 전자파 산란의 계산 예

이상 몇 가지 대표적 예를 들었으나, 공진기(cavity) 및 도파로(wave guide), 초고주파 필터, 다양한 안테나 소자 등을 해석하기 위한 계산 모듈을 개발 중에 있다.

4. 결론 및 향후 과제

교육용 전자계 시뮬레이터를 자바를 이용하여 개발하였다. 개발된 시뮬레이터는 플랫폼에 의존하지 않고 적절한 웹 브라우저를 통하여 사용자가 직접 실행할 수 있다. 또한 시뮬레이터를 활용한 시청각 교육은 일반 애니메이션과는 달리 사용자가 전자계 현상에 관련된 몇 가지 변수들을 제어하고 그 결과를 관측함으로써 이해를 도울 수 있으며, 다음과 같은 효과가 기대된다.

첫째, 다양한 멀티미디어 자료를 포함하는 효율적이고 입체적인 교육매체로서 활용할 수 있다.

둘째, 하이퍼링크를 이용하면 다른 자료와 유기적으로 연결하여 자료를 공유할 수 있다.

셋째, 체계적인 자료관리와 내용의 유지·보

수가 가능하다.

넷째, 기존 인쇄 매체 또는 교재에서는 불가능한 시뮬레이션 또는 가상실험을 통하여 이해를 도울 수 있는 역동성을 부여할 수 있다.

그러나 웹 형식으로 구성된 시뮬레이터를 클라이언트 측에서 사용할 경우, 3차원적인 문제를 계산하는데 소요되는 시간을 단축하는 문제와 다양하고 사용자 중심적인 구성(user friendly)을 통하여 쉽게 접근할 수 있는 시뮬레이터를 개발할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] <http://physica.gsnu.ac.kr/>
- [2] <http://java.sun.com/>
- [3] 신재호, Java 객체지향언어로 배우는 디자인 패턴, 정보문화사.
- [4] <http://www.ipd.uka.de/JavaParty/cj/>
- [5] W. H. Press and et al., Numerical recipes in C - The art of scientific computing, Cambridge University Press.
- [6] Matthew N. O. Sadiku, Numerical techniques in electromagnetics(2nd ed.), CRC Press.
- [7] C. A. Balanis, Antenna theory -Analysis and design, John Wiley & Sons.
- [8] Peter P. Silvester and R. L. Ferrari, Finite elements for electrical engineers(3rd ed.),Cambridge University Press.
- [9] K. S. Kunz and R. J. Luebbers, The Finite Difference Time Domain Method for Electromagnetics, CRC Press.