

글 ■ 사 종 업 / 영남대학교 기계공학부, 교수
e-mail ■ jysah@yu.ac.kr

이 글에서는 JAVA 언어를 이용한 인터넷 실험 실습 교육에 대하여 소개하고자 한다. 저자는 영남대학교 기계공학부의 실험 실습 교육 아이템 30여 개를 JAVA를 이용한 가상실험으로 개발한 바 있을 뿐만 아니라, 수치해석 강의나 열전달, 유체 역학 등에서 기본적인 개념이나 수치모사에 의한 예제 등을 JAVA를 이용한 프로그램으로 개발하여 교육에 활용한 바 있어 이를 토대로 느낀 바를 이어가고자 한다.

오늘날 인터넷을 이용한 정보교류의 활성화는 전통적인 교육의 개념을 바꾸고 있다. 이와같은 추세는 실험실습을 중시하는 이공계통의 교육에서도 예외가 아니며, 기존의 실험실습을 인터넷의 가상공간으로 유입하려는 많은 시도들이 있다. 인터넷을 통한 정보 교류의 활성화에 힘입어 JAVA나 C#과 같은 네트워크 기반의 프로그램들의 사용도 널리 보편화되고 있다. 통상 FLASH 등을 이용한 동영상 기반의 애니메이션들은 일반적인 교육에도 널리 보급되어 사용되어 왔으나, JAVA나 C# 등의 프로그램은 수치해석적 방법에 의한 시뮬레이션 기능을 쉽게 활용할 수 있으므로 다양한 과학적 수치모사가 가능하기 때문에 공학 교육 등에 활용될 가치가 더 높다. 특히, 물리적 법칙 등에 기반을 둔 공학 계열의 실험실습 교육에 대하여 JAVA를 이용한 수치모사를 적용할 경우 그 활용가치는 더욱 크다 할 것이다.

이 글에서는 JAVA 언어를 이용한 인터넷 실험 실습 교육에 대하여 논의하고자 한다. 저자는 영남대학교 기계공학부의 실험실습 교육 아이템 30여 개를 JAVA를 이용한 가상실험으로 개발한 바 있을 뿐만 아니라, 수치해석 강의나 열전달, 유체 역학 등에서 기본적인 개념이나 수치모사에 의한 예제 등을 JAVA를 이용한 프로그램으로 개발하여 교육에 활용한 바 있어 이를 토대로 느낀 바를 이어가고자 한다. 통상의 가상교육이란 인터넷 등의 통신망을 통한 원격 강의를 의미하는 경

우가 대부분이지만, 이 글에서는 인터넷 상의 웹 페이지에 공학 분야의 실험실습 교육을 효율적으로 확장시키기 위하여 과학적 법칙이나 지배방정식 등에 근거한 수치해석적 알고리즘을 이용하여 가상 실험 장치를 개발하는 것을 의미한다.

JAVA와 인터넷 가상 실험

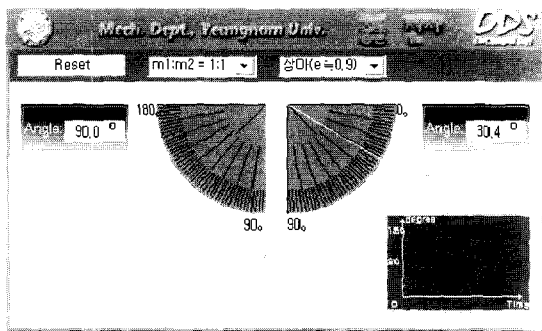
JAVA 언어를 이용하여 인터넷 가상 실험을 구축하여야 하는 이유는 객체지향형 구조, 프로그램의 재사용성, 인터넷, GUI, 그리고 시뮬레이션 기능 때문이다. 첫째, JAVA 언어는 객체지향형 프로그래밍 언어로서 모든 프로그램은 클래스(class)라는 단위로 구성된다. 클래스는 데이터(data)와 그 데이터들을 가지고 작업을 수행하는 메서드(method)로 구성되어 있으며, 객체는 특정 클래스로부터 메모리 공간에 직접 선언된 인스턴스들이다. 예를 들어 정수형(int)은 클래스에 해당하고 이로부터 정의된 정수 변수들은 객체에 해당한다. 둘째, JAVA 언어는 클래스의 상속이나 다형성과 같은 여러 객체지향적 특징으로 인하여 개발된 소스 코드들의 재사용성을 크게 향상시킬 수 있다. 개발자는 자신이 클래스를 직접 설계하고 메서드를 직접 작성할 수도 있지만, 이미 개발된 방대한 자바클래스를 재사용하여 프로그램을 개발할 수도 있다. 셋째, JAVA 언어는 컴퓨터 상에서 독립적으로 수행되는 어플리케이션

(application)으로 개발하여 사용할 수도 있지만, 애플릿(applet)으로 개발하여 인터넷 상의 웹페이지 상에 'applet' /'applet' 태그를 사용하여 첨부시킬 수도 있다. 기존의 개발된 대부분의 프로그램들은 컴퓨터 상에서 독립적으로 실행되는 것이었지만, JAVA 언어를 사용하여 애플릿으로 개발된 프로그램은 별도의 노력없이 인터넷을 통하여 모든 사람이 사용할 수 있는 장점이 있다. 넷째, JAVA 언어는 그래픽 사용자 환경(GUI : Graphic User Interface)을 구축함에 있어 대단히 편하다. 이미 객체지향형으로 개발된 swing 등의 라이브러리를 사용하여 복잡한 GUI를 손쉽게 구축할 수 있는 장점이 있다. 프로그램 사용자들이 쉽게 프로그램을 사용할 수 있는 것이다. 다섯째, JAVA 언어는 FORTRAN이나 C 언어와 같이 프로그래밍

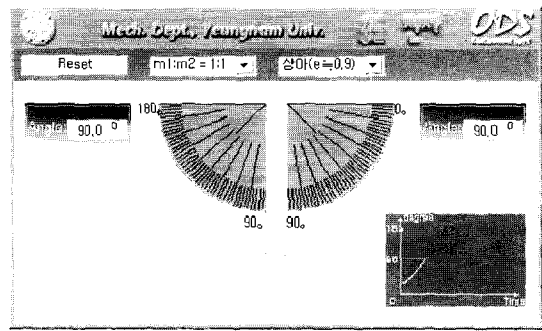
언어이므로 공학 문제에서 주로 사용되는 시뮬레이션을 구현하는 데 부족함이 없다. 단순한 동영상을 제공하는 flash와 달리 수치계산에 의한 직접 시뮬레이션이 쉽게 가능할 수 있으므로 이공계열의 실험 실습용 프로그램을 개발하는 데 큰 장점을 갖는다.

객체지향형 JAVA

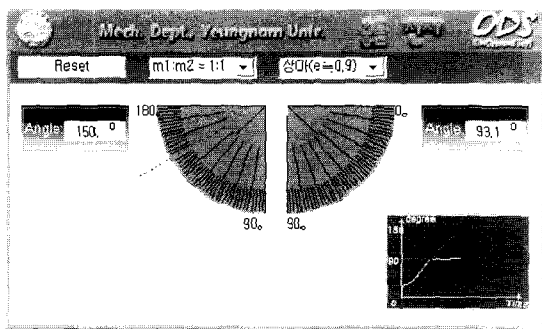
공의 충돌을 다루기 위한 프로그램을 개발하는 경우에 대하여 객체지향을 활용하는 예를 살펴보기로 한다. 공의 충돌을 다루려면 공의 직경과 질량, 탄성계수 등이 필요하다. 또한 충돌하는 공들은 여러 종류의 크기와 재질들로 이루어져 있을 수 있다. 이러한 경우, 공의 일반적 특성과 관



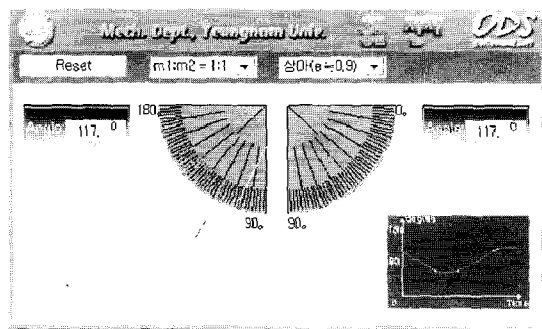
(a) 초기 각도 설정



(b) 저점에서의 충돌 시 모습



(c) 충돌 후 최고점에서의 모습



(d) 오랜 시간 경과 후 두 개의 진자의 모습

그림 1 충돌 진자 가상 실험장치

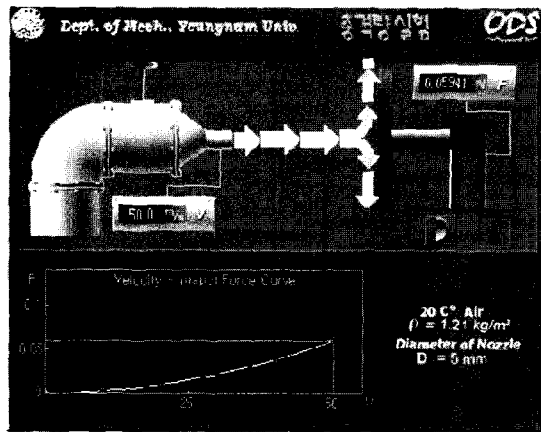
련된 데이터(질량, 직경, 탄성계수, 위치, 속도, 주변 공의 정보)와 메서드(새 위치 찾기, 주변 공의 정보 파악, 충돌 여부 확인, 충돌시 운동량 재분배 계산)를 하나로 묶어 공이라는 개념적 클래스를 만든다. 이러한 개념적 클래스를 토대로 각 공의 재질에 따라 상아공, 고무공, 나무공 등 각각의 실제적인 공들을 각각 상속시킨다. 여기서 상속이란 상위 클래스의 데이터와 메서드를 하위 클래스가 상속받을 수 있을 뿐만 아니라, 하위 클래스가 자신의 특성에 대한 추가적인 데이터와 메서드를 별도로 가질 수 있다는 것을 의미한다. 예를 들어 상아공 클래스를 이용하여 실제 상아공 두 개를 객체 선언하고, 고무공 클래스를 이용하여 실제 고무공 세 개를 객체 선언하고, 나무공 클래스를 이용하여 실제 나무공 다섯 개를 객체 선언했다고 가정하면, 열 개의 객체는 각각 자신에 부여된 운동량을 토대로 주변 공의 위치와 이동 방향을 파악하는 메서드를 호출하여 충돌가능성이 있는 객체에 대하여 충돌 여부를 확인하는 메서드를 호출하며, 충돌하는 경우 충돌하는 객체와 탄성계수 등을 고려하여 충돌 후 운동 에너지의 재분배를 계산하는 메서드를 호출한

다. 충돌과 비충돌을 파악하여 각 개체의 새로운 위치를 찾는 메서드가 호출된다. 이러한 모든 과정은 프로그래머가 구조적으로 만든 프로그램 순서에 의하여 작동하는 것이 아니라, 각 개체가 스스로 자신의 데이터를 이용하여 스스로 메서드를 호출함으로써 프로그램이 수행된다.

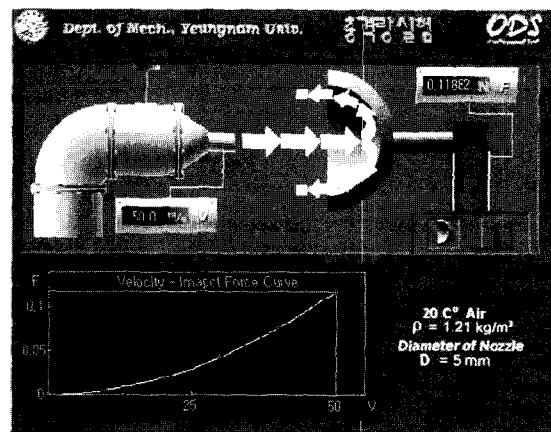
시뮬레이션을 이용한 자바 프로그램 예

충돌 진자

본 예에서는 여러가지 재질 및 질량에 대하여 충돌 진자에 대한 가상실험장치를 구축하였다. 사용자가 진자의 재질과 질량, 그리고 초기 각도의 값을 선택할 수 있다. 주어진 조건에 대하여 충돌 시 반발력을 계산하기 위한 탄성계수를 고려하여 4계의 Runge-Kutta 방법을 사용하여 각 진자의 운동을 시뮬레이션하였다. 기존의 실험장치와 동일하게 가상실험장치를 꾸밀 수 있으며, 실험상으로 직접 얻기 곤란한 모든 데이터를 세밀하게 보여줄 수 있다. 따라서, 실험의 원리를 보완하고 보다 상세한 물리적 이해를 돕는 데 활용할 수 있다.

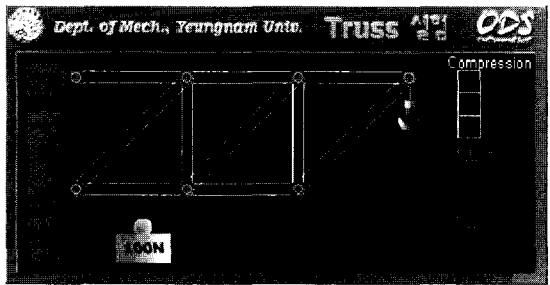


(a) 수직 평판에 대한 충격량 실험

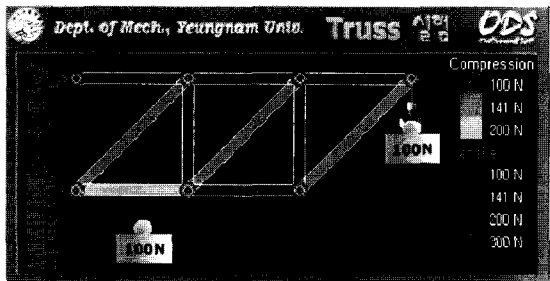


(b) 반구형 홈에 대한 충격량 실험

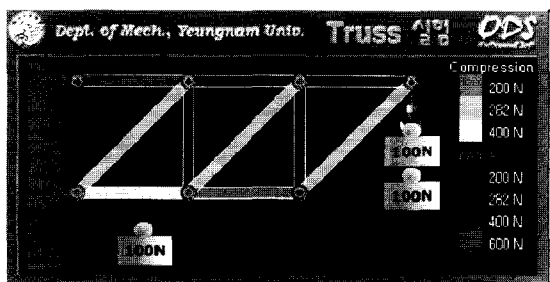
그림 2 유체 충격량 가상 실험장치



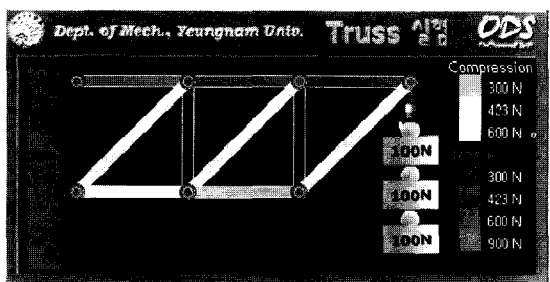
(a) 하중이 걸리지 않은 상태의 트러스



(b) 하중 100N이 걸린 상태의 트러스



(c) 하중 200N이 걸린 상태의 트러스



(d) 하중 300N이 걸린 상태의 트러스

그림 3 트러스 구조물 하중에 대한 가상 실험장치

유체 충격량 실험

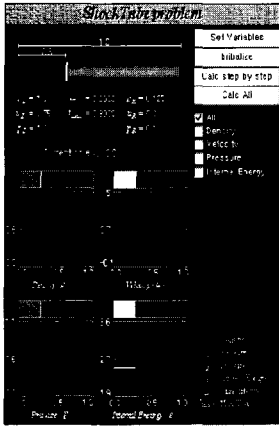
본 예는 유체의 분출에 의한 제트의 충격량을 측정하는 실험이다. 실제 실험과 동일한 장치를 구성하고 노즐 앞의 밸브를 조절하여 유량을 조정하면서, 분출 제트의 속도와 유량에 대하여 평판이나 기타 다양한 물체에 부딪힐 때의 충격량을 측정하는 가상 실험장치이다. 유량의 변화에 따라 충격량이 어떠한 모습으로 변하는지, 각 물체의 형상에 따라 같은 분출 제트 조건 하에서 충격량의 크기는 어떻게 다른지를 실험할 수 있다. 이러한 수치모사의 가상 실험을 통하여 실제 실험을 통하지 않고서도 유체역학적 계산에 근거한 정확한 데이터를 얻을 수 있는 장점이 있다.

트러스 구조물 하중 실험

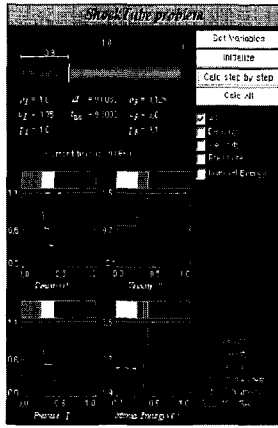
본 예는 트러스 구조물을 설치한 후 하중을 바꾸어 가면서 각 트러스 구조물에 작용하는 응력을 측정할 수 있는 가상 실험장치이다. 가상 실험장치는 각 구조물의 재질이나 형상, 그리고 트러스의 구조에 따라, 유한요소해석을 수행하여 실제 각 부분에 작용하는 응력과 변형량을 계산한다. 이러한 가상 실험장치는 실제 트러스 구조물의 하중 실험보다 더 많은 정보를 제공할 수 있으며, 실제 실험을 대체할 수 있는 가능성이 크다 할 것이다.

충격파관 실험

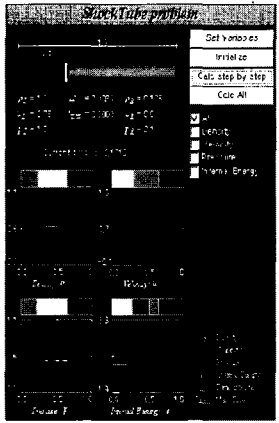
본 예는 충격파관 실험을 수행하는 가상 실험장치이다. 충격파관의 형상과 차단막 좌우의 기체의 종류와 상태를 입력하고 차단막을 제거했을 때 일어나는 실제 현상을 압축성 유동 해석을 수행하여 실제 상태를 관찰할 수 있도록 하였다. 팽창파와 충격파, 그리고 접촉 불연속면의 발생 및 진행을 밀도와 압력, 속도, 내부 에너지의 향으로 구별하여 살펴볼 수 있다. 실제 충격파관보다 비용이나 위험도를 줄일 수 있을 뿐만 아니



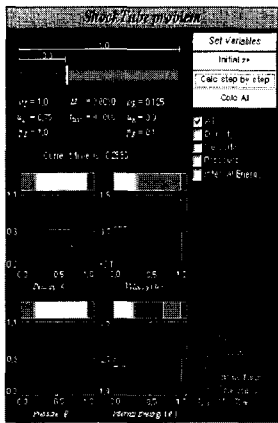
(a) 충격파관의 초기 상태



(b) 차단막 제거 후 파의 진행 I



(c) 차단막 제거 후 파의 진행 II



(d) 차단막 제거 후 파의 진행 III

그림 4 충격파관의 가상 실험장치

라, 보다 더 많은 데이터들을 보여 줄 수 있는
 정점이 있다.

맺음말

공학 계열에서는 오래전부터 기존의 FORTRAN
 이나 C 언어를 통한 시뮬레이션을 수행하여 왔
 다. 그러한 시뮬레이션은 오랫동안 각 전공 분야
 의 전문가들만의 전유물처럼 인식되어 왔다. 그
 러나 JAVA 언어를 통하여 시뮬레이션과 객체지

향화 및 인터넷 웹 페이지에 연결하는 것을
 동시에 적용하는 것이 가능하다. 이 글에서
 는 물리적 법칙이나 지배방정식 등을 수치해
 석적 알고리즘으로 계산하여 시뮬레이션을
 수행함으로써 실제 실험에서 얻을 수 있는
 데이터들을 얻는 것이 가능하며, 따라서 실
 제 실험을 가상실험이 효율적으로 대체 및
 보완할 수 있음을 살펴 보았다. 그러나 실제
 문제에서는 시뮬레이션이 복잡하고 상당한
 시간이 걸리는 실험도 있어 그러한 경우는
 실제 상황을 시뮬레이션하는데 있어서 실험
 식이나 다른 단순화된 공식이나 추론들을 사
 용할 수 있다. 혹은 이미 실험에 있어서 실험
 결과들을 가지고 있으므로 기확보된 실험
 결과들을 이용하여 가상 실험장치를 꾸밀 수
 도 있다. 비록 인터넷 공간 상에서 모든 실험
 실습 문제에 대하여 정확한 수치 모사를
 수행하는 것은 어렵다 하더라도, 전술한 여
 러 보완방법들을 함께 사용하여 훌륭한 가상
 실험장치를 꾸미는 것이 가능하다.

또한 가상 실험이 실제 실험의 느낌이나
 장비의 작동 방법을 익힐 수 없는 문제점이
 있지만, 이러한 문제는 프로그램의 GUI 상에
 서 실제 장비와 동일한 모습으로 동일한 작
 동 원리를 통하여 가상 실험 결과를 출력하
 게 함으로써 극복할 수 있는 문제라고 본다.

JAVA는 수치해석 등의 정확한 시뮬레이션
 기능 이외에 객체지향의 다양한 특
 징들과 인터넷 상의 웹페이지에 애플릿으로 바로
 제공할 수 있다는 여러 장점들로 인하여 가상 실험
 장치를 꾸미는 데 있어서 최적의 언어라 할 수
 있다. 이러한 가상 실험장치를 이용하여 단순히
 미리 선정된 동영상의 일부만을 보여주는 한정된
 교육보조자료의 한계를 극복하고 인터넷을 통한
 가상 공간을 공학 분야의 실험 실습 등의 분야에
 도 성공적으로 접목시킬 수 있다.