

가상현실을 이용한 압축 실험에 관한 연구

이호용, 임종연, 정지윤

동국대학교 기계공학과
(1999. 2. 6. 접수)

A study on the compression test using virtual reality

Ho Yong Lee, Joong-Yeon Lim, Ji-Youn Jung

*Department of Mechanical Engineering, Dongguk University
(received February. 6. 1999)*

국문요약

본 연구는 가상 현실(virtual reality)을 활용하여 실제 고가의 실험장비를 구입하지 않고도 개인용 컴퓨터에서 인터넷상으로 가상적인 프레스를 이용한 압축실험을 할 수 있도록 하는 것이다. 가상압축실험의 구현은 인터넷을 통하여 세 개의 모듈 즉 입력, 계산, 결과로 나누어 계산되어진다. 입력모듈에서는 압축실험을 위하여 인터넷 사용자가 재료의 실험적인 특징을 입력하고 그 입력 값을 서버 컴퓨터로 보내주는 과정이며, 계산모듈은 서버 컴퓨터에 있는 시뮬레이션 해석프로그램을 이용하여 입력모듈의 입력 값을 받아들여 결과를 계산한 후 파일로 저장하는 과정이다. 결과모듈에서는 서버 컴퓨터에서 계산된 결과를 인터넷 사용자에게 도표와 그림 그리고 3차원 애니메이션을 보여주는 과정으로 되어있다. 이를 구현하기 위하여 인터넷의 언어인 HTML, CGI, VRML, JAVA를 사용하였으며, 유한요소법(FEM)을 이용한 해석프로그램은 포트란(Fortran) 언어로 제작되었다. 현재 인터넷상에서의 가상현실을 이용한 응용분야가 급속히 확대되므로 앞으로 공학적인 가상 실험에 관한 연구가 많이 이루어져 실제 실험을 대체할 것이다.

Abstract

This paper is concerned with the compression test such as compression and ring compression tests, by using virtual reality. Engineering material laboratory can be carried out on personal computer without the real expensive experiment devices. The virtual laboratory is composed of three modules as input, calculation and output module on internet. Internet user can give the material's property and other parameters to the server computer at the input module. On the calculation module, simulator computes the results by analysis program and store the data as a file. The output module is the program that internet user can confirm a virtual compression results by showing a table, graph, and 3D animation. This program is designed by internet language such as HTML,

CGI, VRML, JAVA. And analysis program uses the finite element method with fortran language. Since the study of virtual reality on internet is rapidly increasing, the virtual experiment of technique will substitute many real experiments in the future.

1. 서론

인터넷은 웹의 발전과 더불어 전세계적으로 많은 사람들에게 사용되기 시작하였다. 인터넷의 많은 기술적 발전으로 사람들은 인터넷상에서 그림, 애니메이션, 영화 등을 보거나 음악을 감상할 수 있게 되었다. 최근에는 가상현실이라 하여 가상세계를 구현하는 응용분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 가상현실은 과학, 의료, 오락, 스포츠, 예술, 교육, 광고, 방송 등 다양한 분야에서 활용되거나 진행 중에 있다^{1,2,3,4}.

특히 교육분야에서 가상현실은 학생들에게 훨씬 더 효과적인 교육과 함께 실제 실험을 하기 어려운 부분들도 가상으로 구현할 수 있게 해준다. 김성희⁵는 가상현실에 대하여 응용분야와 활용분야에 대하여 이론적으로 연구하였으며, 김수련⁶은 TV광고에 대하여 가상공간과 실재감에 대하여 연구하였으며, 이형근⁷은 가상현실을 이용 제품에 대한 분석을 통하여 제품을 평가할 수 있는 조립 계획 시스템을 구축하였으며 이유미⁸는 VRML을 이용하여 중·고등학교 학생들이 실제로 실험하기가 어려운 분자반응실험과 지구과학에서의 천체의 개념을 이해할 수 있도록 하는 가상과학실험실을 설계 구현하였다. 또한 유수진⁹은 가상현실을 통해 정보를 습득하고 공유화 할 수 있도록 VRML과 Multi-User 기술을 통하여 가상쇼핑센터를 구현하였으며 고영균¹⁰은 가상현실을 이용하여 3차원 정보 서비스 시스템에 대하여 연구하였고 Y. J. Kim¹¹은 Crawler Crane을 가상적인 조작을 통하여 운전 기술을 습득할 수 있는 시뮬레이션 장치를 고안하였다. 현재 인터넷상에서 구현된 가상실험실에는 과학분야의 물리, 화학, 지구과학 등의 간단한 실험을 할 수 있는 과학 가상실험실이 JAVA를 통하여 구축되어 있으며 그 외에도 모의여행(역사체험실)을 통한 체험도 예

로 들 수 있다. 그러나 공학적인 가상실험실 구축에서는 시뮬레이터의 언어가 주로 포트란(Fortran)으로 구성되어 있고 시뮬레이터의 용량이 방대한 관계로 인하여 가상적인 실험과 체험을 통한 놀라운 학습효과에 비하여 연구가 초기 단계에 와 있다.

본 논문을 통하여 VRML을 이용한 가상적인 압축실험실을 구현 설계하여 실험적인 수치 값과 실제 압축되는 재료의 형상을 인터넷상에서 직접적으로 확인할 수 있도록 하였으며, 공학교육에서 많이 접할 수 있는 포트란(Fortran) 프로그램을 가상실험실의 시뮬레이터로 이용함으로써 인터넷상에서의 공학적인 실험실 구축에 많은 도움이 될 것이다.

2. 가상 압축 실험실의 구축

2.1. 가상 압축 실험실의 구성

인터넷에서의 가상압축실험실의 구축은 재료의 성질을 알아내기 위한 압축 실험과는 조금 다르다. 실제 재료의 압축 실험 목적은 압축력에 대한 재료의 저항력인 항압력을 시험하여 압축에 의한 압축강도, 비례한도, 항복점, 탄성계수 등 재료의 재질에 대한 결과를 얻을 수 있도록 하는 것이다.

현재 구축된 가상압축실험실의 경우에는 재질에 대한 특성인 강도계수와 가공경화지수 값을 미리 알고 재료에 대하여 실험을 실시하는 것이다. 즉 실제 실험은 재료의 성질을 알기 위하여 실험을 실시하지만 가상압축실험에서는 미리 실험할 재료의 성질을 주어지며 그 재료에 대한 여러 가지 공학적 수치값과 변형된 모양을 계산하여 보여주도록 구성하였다.

압축실험은 원형실린더의 압축실험과 중공실린더의 링 압축실험의 두 종류를 시행하였다. 두 가

지 시험법 모두 소성가공 공정의 해석을 위한 기초적인 시험법으로 마찰인자의 변화에 따라 변형 형태가 달라짐을 확인할 수 있다.

이 연구는 전체적으로 세 가지 모듈로 구성되어 있다. 입력모듈은 시편의 종류와 크기 및 인자, 프레스의 속도와 압축률을 정의할 수 있도록 하였으며 이 입력 값에 따른 원하는 해석결과를 선택할 수 있도록 구성되어 있다. 입력모듈은 HTML과 CGI를 이용하여 구성되며 그 데이터는 해석프로그램의 입력 데이터로 이용된다. 계산모듈은 유한요소법(Finite Element Method)을 이용한 포트란(Fortran) 해석 프로그램을 통하여 입력모듈에서 정의한 데이터를 바탕으로 결과를 계산하며 결과 데이터는 파일로 저장할 수 있다. 결과모듈은 계산모듈에서 생성된 파일을 통하여 결과 데이터를 읽어들이고 후 시편이 압축되는 모양을 VRML 언어를 이용하여 3차원 애니메이션으로 인터넷상에서 보여줄 수 있도록 되며 결과 값은 JAVA와 HTML을 이용하여 결과그래프와 결과 테이블로 구성되도록 한다.

2.2. 가상압축실험을 위한 유한요소해석 프로그램

해석 프로그램은 소성가공의 광범위한 부분을 다룰 수 있는 2차원 유한요소 프로그램으로 소성에 대한 이론을 기초로 하여 포트란 언어로서 쓰여졌다.

프로그램의 목적은 임의의 형상의 다이에 대하여 소성가공 공정을 시뮬레이션 하는 것이다. 재료의 특성, 소재의 형상, 다이의 형상, 다이와 소재간의 마찰인자, 다이의 이동 등과 같은 공정 요소들은 입력 값으로 주어진다. 시뮬레이션의 결과로 이 해석프로그램은 소요 하중, 금속의 유동, 응력-변형률 분포, 소성단계에서 다이와 소재의 경계면에서 작용하는 힘등을 구할 수 있다.

FEM 해석 프로그램은 계산 모듈에서 사용되며 가상 실험의 중추적인 역할을 한다. 본 해석 프로그램을 이용하여 원형 실린더와 중공 실린더의 압축실험을 할 수 있도록 만들어 시뮬레이션 하게 되어 있으며, 이 프로그램을 더욱 보완하여

현재 인터넷상에서 가상적으로 압축실험을 경험할 수 있도록 하고 있다.

3. 원형실린더 및 중공실린더에 대한 가상실험결과

가상실험실은 원형실린더의 압축 실험과 중공실린더의 링 압축 실험을 할 수 있도록 나뉘어져 있다.

3.1. 원형실린더에 대한 압축실험

입력모듈의 화면은 입력 데이터와 가상압축실험방법으로 나누어서 HTML을 이용하여 구성하였으며, 인터넷 사용자가 입력한 입력데이터는 CGI를 이용하여 서버 컴퓨터로 전달되는 과정을 거치게 된다.

Fig. 1의 입력 데이터에는 실험자의 이름과 실험할 재료의 종류, 원형 실린더 모양에 대한 반경과 높이를 입력할 수 있도록 하였으며 압축비율과 다이(die)와 재료사이의 마찰인자를 입력할 수 있도록 구성되어 있다. 재료의 종류에는 Steel, Copper, Aluminum으로 크게 나누어 풀다운(pull-down) 메뉴로 구성되며 각각의 재료에 다시 세부적으로 재료의 종류를 선택할 수 있는 방식으로 만들어져 있어 구체적으로 재료를 선택할 수 있다.

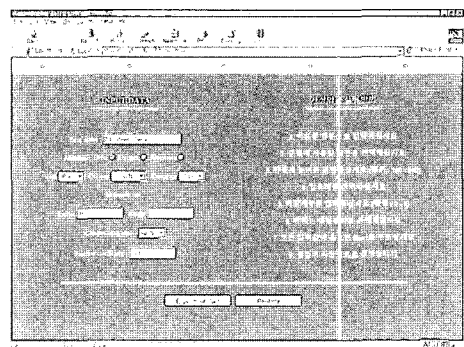


Fig. 1 원형실린더 압축실험의 입력 화면

인터넷상에서 입력 데이터의 값을 인터넷 사용자의 컴퓨터에서 직접 입력할 수 있도록 되어있으며 이 값은 계산모듈의 입력 값으로 전달되어 유

한요소 시뮬레이션 프로그램에서 읽어 들일 수 있도록 데이터 파일로 저장되도록 되어있다.

가상압축실험방법에는 실험순서와 방법을 간략하게 소개함으로써 가상압축 실험실에 접속한 인터넷 사용자에게 입력 데이터를 구성하는 방법을 기술하였다.

계산모듈에서는 유한요소법을 이용한 포트란(Fortran) 해석 프로그램을 이용하여 계산되어진다. 포트란 해석프로그램의 소스 코드를 가상압축 실험에 알맞게 제작하여 입력모듈에서의 각기 다른 입력데이터를 이용하여 그에 알맞은 원형 실린더의 압축실험을 시뮬레이션 하게된다.

Fig. 2의 화면은 인터넷 사용자가 서버 컴퓨터에 있는 포트란 해석프로그램을 시뮬레이션하기 위하여 만들어졌다. "Input data"와 "Simulation" 버튼을 차례로 눌러주면 서버에 있는 포트란 해석 프로그램이 차례로 실행되어 결과 값을 파일로 저장하게 된다. "Input data" 버튼은 입력모듈에서 만들어진 재료의 정보를 포트란 해석프로그램이 시뮬레이션 하기에 맞는 형식으로 입력 데이터를 변환시키는 역할을 하고 있으며 "Simulation" 버튼은 계산 모듈의 핵심인 시뮬레이터를 직접 구동하게 되어진다. 즉 인터넷 사용자가 원하는 재료의 종류와 특징에 대하여 직접적인 시뮬레이션이 이루어지게 되는 것이다.

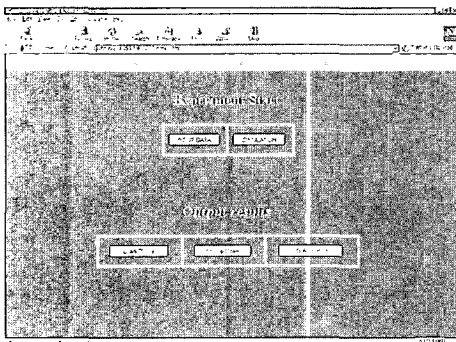


Fig. 2 가상실험실의 시뮬레이터 구동

이 과정은 HTML과 CGI를 이용하여 작성되었으며 CGI를 사용하기 위하여 포트란 해석프로그램

의 소스 코드를 인터넷에서 활용하기 쉽도록 수정 제작하였다.

결과모듈은 서버 컴퓨터에서 포트란 해석프로그램을 시뮬레이션 하여 얻어진 결과를 CGI를 통하여 인터넷 사용자에게 보여주는 과정이다.

Fig. 2에 보이는 것처럼 가상실험결과는 Load-Stroke, Stress-Strain Curve, 3D-Animation으로 구성되어 있다.

계산모듈에서 시뮬레이션 후 생성된 결과 파일을 읽어 들여 테이블로 작성되게 된다. 일정한 시간적 주기로 나누어서 그 시간에 따른 압축된 수직 거리와 힘, 또는 응력과 변형률의 관계를 화면상에 테이블로 구성하여 보여주도록 되어있다. 즉 Fig. 1에서 선택한 실험에 관한 정보를 바탕으로 직접 실험한 후 결과를 Fig. 3, Fig. 4에서 보는 것처럼 인터넷 사용자가 실시간 적으로 확인할 수

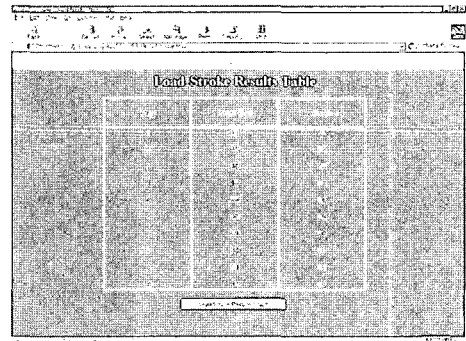


Fig. 3 Load-Stroke 결과 테이블

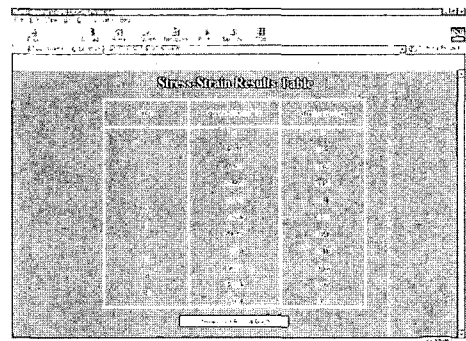


Fig. 4 Stress-Strain 결과 테이블

있도록 만들어져 있다. 즉 자신이 선택한 실험에 대하여 수치적인 결과 값을 화면을 통하여 바로 볼 수 있도록 구성하였다.

이 과정은 포트란 해석프로그램의 소스 코드와 CGI 프로그램을 이용하여 서버에서 결과파일을 읽어들이 보여주도록 구성되어 있으며 인터넷 사용자에게는 HTML 코딩을 이용하여 테이블로 보여지도록 되어 있다.

인터넷 사용자가 실험 결과를 눈으로 쉽게 파악할 수 있도록 Fig. 5, Fig. 6에서 보는 것처럼 그래프로 볼 수 있게 구성되어 있다.

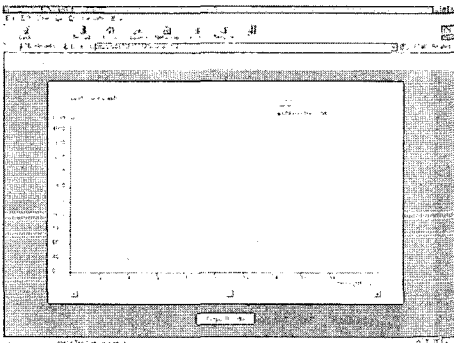


Fig. 5 Load-Stroke 결과 그래프

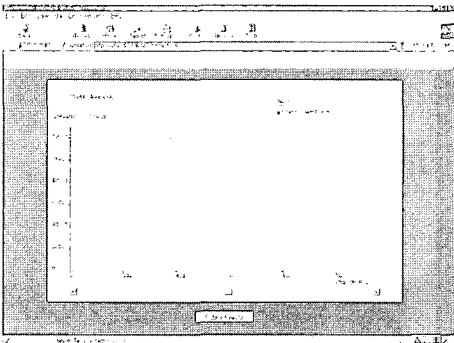


Fig. 6 Stress-Strain 결과 그래프

포트란 해석프로그램의 소스 코드에서 각각의 재료의 수직 거리와 힘, 또는 Stress와 Strain의 관계를 파일로 저장하게 만들어 CGI 프로그램에서는 그 파일을 변수로 지정하여 읽어 들이게 되

고 읽어들이 값을 JAVA APPLET을 사용하여 그래프로 보여지게 되는 과정이다. 결과그래프를 통하여 가상 압축 실험실에서의 실험 결과를 쉽게 파악할 수 있다.

Fig. 7에서 보는 것처럼 자신이 실험한 재료의 크기에 맞게 재료가 그려지게 되며 오른쪽에 그려진 버튼 그림을 마우스로 클릭 하면 Fig. 8의 그림과 같이 재료가 압축되는 모양을 보여주게 된다. 3차원 애니메이션은 실제 실험에서의 압축되는 형상을 그대로 구현한 것이다. 입력모듈에서 정의한 재료의 크기와 압축률 마찰인자에 따라서 다양한 형태의 실험결과 모양이 형성되므로 직접 실험했을 경우와 같은 압축되는 형상을 컴퓨터 화면상에서 직접 확인할 수 있도록 구성하였다.

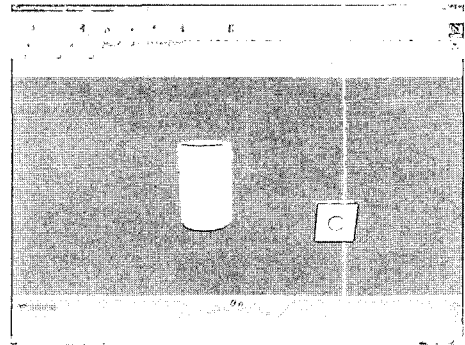


Fig. 7 원형실린더의 압축 애니메이션 초기화면

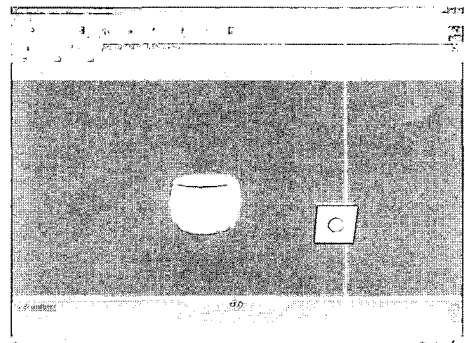


Fig. 8 원형실린더의 압축 애니메이션 결과

포트란 해석프로그램의 소스 코드에서 일정한 시간주기로 좌표 값을 파일로 저장하게 만들어 그 값을 CGI 프로그램에서 읽어 들여 VRML을 이용하여 3차원으로 재료가 실험되는 장면을 인터넷 화면을 통하여 직접 볼 수 있다.

3.2. 중공실린더에 대한 링 압축 실험

중공실린더의 압축 실험은 전체적으로 원형실린더의 압축 실험과 같은 형식을 가지고 있다. 실린더의 모양이 틀리기 때문에 입력 정보와 3차원 애니메이션의 형태가 다르다.

입력 데이터는 Fig. 9에서 보이는 것처럼 원형실린더의 압축 실험과 거의 유사하다. 실험할 재료가 중공실린더 모양이므로 내경과 재료의 두께를 입력하도록 구성하였다. 화면의 구성 원리와 형식은 원형실린더의 압축실험과 같다.

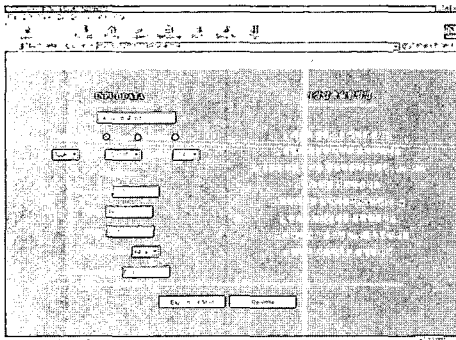


Fig. 9 중공실린더 실험의 입력 화면

중공실린더의 계산 모듈은 입력 정보가 다르기 때문에 다른 형식의 입력 정보를 읽어 들여 계산하게 된다. 그 외의 형식은 원형실린더와 동일하다.

결과테이블과 그래프는 원형실린더와 같은 형식을 가지며 원형실린더와 마찬가지로 변위-힘의 관계 응력-변형률의 관계를 테이블과 그래프로 인터넷 사용자에게 보여주고 있다. 3차원 애니메이션은 중공 실린더 내경과 외경의 변화를 정확하게 관찰하기 위하여 그림 Fig. 10에서 보는 것처럼 실린더의 단면을 볼 수 있도록 구성하였다.

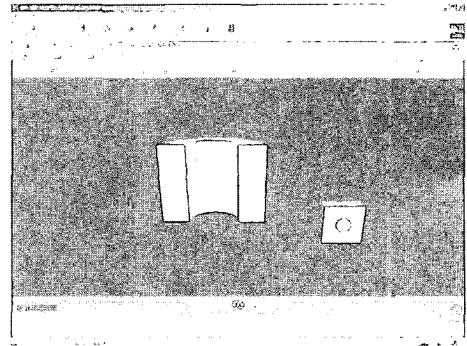


Fig. 10 중공실린더의 압축 애니메이션 초기화면

중공실린더의 애니메이션은 인터넷 사용자가 선택한 입력 정보에 따라서 재료가 축 방향에 대한 단면으로 보여지게 된다. 버튼 그림을 마우스로 클릭 하면 Fig. 11의 결과처럼 중공실린더가 애니메이션 되는 모양이 나타나게 된다. 축 방향 단면을

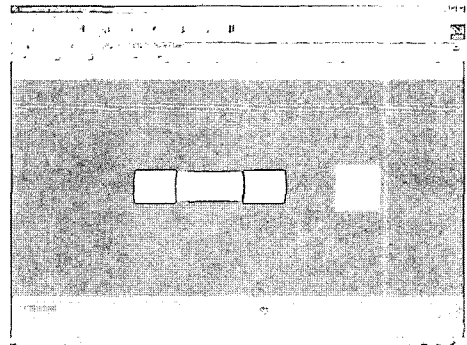


Fig. 11 중공실린더의 압축 애니메이션 결과(마찰인자=0)

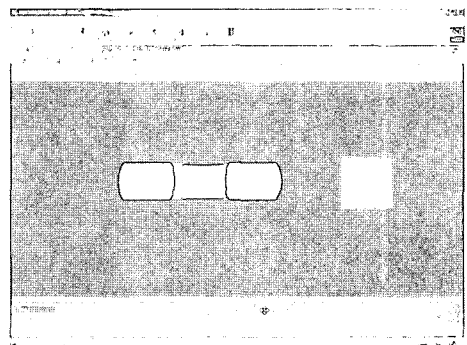


Fig. 12 중공실린더의 압축 애니메이션 결과(마찰인자=1)

통하여 마찰인자의 변화에 따른 내벽과 외벽의 변화를 쉽게 관찰할 수 있다. Fig. 11과 Fig. 12는 같은 압축률에 대하여 마찰인자의 값을 변화시킨 것이다. 압축 실험결과 마찰인자의 값이 작은 경우에는 내경이 외경을 따라 증가되며, 마찰인자의 값이 큰 경우에는 재료와 다이의 마찰에 의하여 내경과 외경이 반대로 움직이는 모양을 볼 수 있다.

4. 결론

인터넷상에서 가상실험실을 구현하기 위해 개발된 시뮬레이터는 포트란 프로그램으로 작성하였고, 포트란 시뮬레이터를 인터넷상에서 사용한 전례가 없으므로 이의 구현을 위하여 CGI를 사용하여 만들었다. 시뮬레이터의 입력데이터 값은 인터넷상에서 인터넷 사용자가 가상실험실에 접속한 후 사용자가 원하는 실험을 선택 후 재료에 대한 특성을 웹브라우저 상에서 직접 작성하도록 만들어졌다. 이렇게 작성된 입력 데이터는 CGI를 통하여 서버 컴퓨터에 파일형태로 전달되며 전달된 파일을 이용하여 서버 측에 만들어져 있는 포트란 해석프로그램을 사용하여 시뮬레이션 한 실험 결과 값을 파일 형태로 저장하게 된다. 시뮬레이션이 끝난 후 파일로 저장된 실험 결과 값은 CGI를 이용하여 읽어들이 다양한 형태로 인터넷 사용자에게 보내지게 된다. 즉 인터넷 사용자들이 결과 값을 실시간 적으로 쉽게 확인 검토할 수 있도록 VRML을 이용한 3차원 애니메이션과 HTML을

이용한 결과데이터, JAVA APPLET을 이용한 결과그래프 등을 구현하였고 전체적인 작업을 통하여 사용자들은 인터넷상에서 가상실험실로 접속한 후 간단한 조작을 통하여 사용자들이 원하는 재료와 크기, 재료의 종류 등을 입력한 후 실험 결과 값을 실시간 적으로 확인할 수 있도록 구현하였다.

공학교육에서 실제 실험을 통한 교육은 이론교육 못지 않게 매우 중요하다. 따라서 가상생산실험실의 구현을 통하여 산업체에 근무하게 될 많은 공학도들에게 생산 및 가공 기계에 대한 모의 실험을 하는 것은 중요한 의미가 있다. 특히 현재 급속하게 발전하고 있는 인터넷상에 가상으로 모의 실험을 할 수 있는 가상 실험실을 구현한다는 것은 전 세계 어디에서든지 바로 연결하여 모의 실험을 할 수 있다는 이점이 있을 뿐만 아니라 경제적 부담이나 안전사고 등의 문제도 전혀 없기 때문에 공학도 뿐만이 아니라 산업현장에서도 많은 도움이 되리라고 확신한다. 본 연구에서는 인터넷상에서의 가상실험실의 구축이 가능함을 보여 주었고, 앞으로 더욱 많은 연구가 진행되어 다양한 종류의 가상실험이 가능해 질 것이다.

후기

본 연구는 학술진흥재단(99')의 대학부설연구소 지원과제의 연구비 지원에 의해 이루어졌으며, 지원해 주신 학술진흥재단에 감사드립니다.

[참고문헌]

1. 노용덕(1994), 가상현실과 사이버스페이스, 세종대학교 출판부
2. 니콜라스 레이브로프(1995), 가상현실, 김영사
3. 서중환(1994), 가상현실의 세계, 영진출판사
4. Howard Rheingold(1994), 가상현실과 새로운 산업, 다음세대
5. 김성희(1997), 가상현실(Virtual Reality)의 응용분야와 활용방안에 관한 연구, 경성대
6. 김수련(1996), TV광고에 있어 가상공간과 실재감에 관한 연구, 홍익대
7. 이형근(1996), 가상현실을 이용한 조립계획 시스템 구축에 관한 연구, 연세대
8. 이유미(1997), VRML을 이용한 가상과학실험 설계 및 구현, 이화여대
9. 유수진(1998), VRML과 Multi-User 기술을 이용한 가상쇼핑센터의 구현에 관한 연구, 서

강대

10. 고영균(1996), 가상현실을 이용한 3차원 정보 서비스 시스템 디자인에 관한 연구, 건국대

11. Young-jun Kim(1997), Interactive Dynamics for Crawler Crane Simulation in Virtual Reality, Pennsylvania