

웹기반 유한요소해석 시스템 개발

윤의열¹, 김 정², 강범수[#]

Development of Web-based Simulation System for Finite Element Analysis

E. Y. Yoon, J. Kim, B. S. Kang

Abstract

The purpose of this paper is to develop web-based simulation system which can be used anytime, anywhere without expensive hardware and software. In this paper, a web-based simulation system was developed by utilizing finite element analysis and client/server system using visual C++ and ASP. The client/server system consist of two modules, post-processor, management system module. The input data for FEM calculation is transferred to the management system. After that, the result from the simulation can be visualized through the post-processor module. By using this system, small industries and individuals can considerably save the time and expense.

Key Words : Finite Element Analysis, Web-based Simulation, ActiveX, Object-oriented

1. 서 론

웹의 다양한 활용 분야 중에서 시뮬레이션은 웹의 특성을 가장 잘 이용할 수 있는 분야 중의 하나로 웹기반 시뮬레이션 구현에 대한 연구가 활발해지고 있다. 즉, 웹을 통하여 시뮬레이션 모델을 생성하고 시뮬레이션을 실행하는 환경들이 제식되고 있다[1]. 웹기반 시뮬레이션은 기계공학자의 사용자 컴퓨터의 환경이나 사용자의 위치에 제한이 없이 원하는 공학계산을 웹서버와 웹 브라우저를 통하여 수행이 가능하게 한다. 특히 유한요소법을 이용한 공학적 해석이 가장 널리 사용되고 있다[2]. 유한요소해석(FEA) 또는 유한요소법(FEM)은 설계 및 해석 도구 중 가장 중요한 기술이며, 점점 더 정확하고 정교한 계산을 필요로 하

는 현대의 복잡한 설계환경으로 인해 더욱 그 중요성이 증대되고 있다[1-3].

클라이언트가 시뮬레이션을 요청하면 서버가 자신에게 저장된 시뮬레이션 프로그램을 수행하여 그 결과를 클라이언트에게 전송하는 정적 유형의 시뮬레이션은 고정된 결과만을 제공하므로 활용이 제한적이다. 반면 동적 유형에서는 클라이언트가 웹 브라우저를 통해 해석 수행에 필요한 유한요소 모델 정보와 함께 시뮬레이션을 요청하면 웹 서버가 CGI 프로그램을 수행하여 시뮬레이션 프로그램을 생성하고, 이를 서버에서 실행한 후에 결과만을 클라이언트에게 전송한다. 따라서 동적 시뮬레이션은 변화되는 정보의 한 상태만을 제공할 수 있다[4-8].

본 논문에서는 유한요소해석(FEA) 또는 유한요

1. 부산대학교 항공우주공학과 대학원

2. 부산대학교 항공우주공학과

교신저자: 부산대학교 항공우주공학과, bskang@pusan.ac.kr

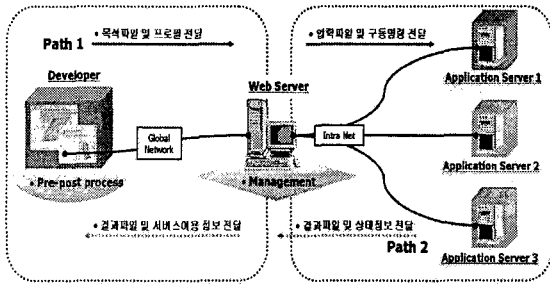


Fig. 1 Schematic of Web-based simulation system for Finite Element Analysis

소법(FEM)을 웹에서 수행할 수 있는 각 시스템 모듈에 대한 전반적인 구조와 주요 구현기술을 소개하는데 목적을 둔다. Fig. 1은 본 논문에서 목표표하는 웹기반 유한요소해석 시스템의 개념적 구성을 간략히 보여주고 있다.

2. 시스템 개발

2.1 시스템 구조

시스템은 크게 사용자, 웹서버, 응용프로그램 서버(Application Server)로 구성된다. Pre-post Processor 는 해석을 위한 모델의 생성 및 수정 기능과 해석의 결과를 웹상에서 볼 수 있는 기능을 제공한다. 웹서버는 사용자가 요청한 작업을 관리하는 기능을 하는 시스템 관리 모듈(System Management Module)과 사용자가 입력한 입력파일(Input File)을 가시화시키는 모델뷰어(Model Viewer)로 구성된다. Application Server 는 유한요소해석 수행 및 결과정보 전달의 기능을 제공하며 Ansys, MSC.Marc 등의 유한요소해석 프로그램을 탑재한 워크스테이션(Workstation)으로 구성된다.

2.2 시스템의 운영 및 기술관계

Fig. 1 에서와 같이 Pre-post Module 은 사용자의 컴퓨터에서 실행되며, 시스템 관리 모듈은 웹서버에서 운영된다. 사용자는 인터넷 익스플로러를 사용하여 시스템에 접속한다. Fig. 1 에서와 같이 시스템에 접속한 사용자는 인증과정을 마치고 나면 서버의 시뮬레이션 페이지에 접속하게 되고, 입력파일을 모델뷰어가 로드하여 해석하고자 하는 모델의 2D 또는 3D 형상을 웹상에서 확인할 수 있다. 해석의 수행과 결과파일의 생성은 응용프로그램

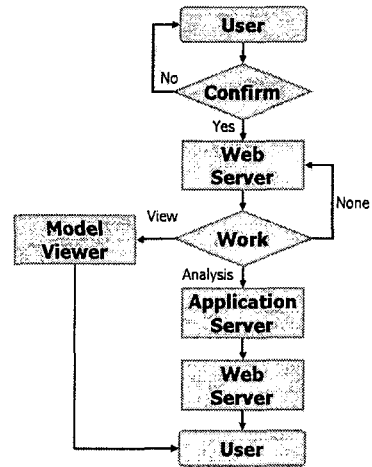


Fig. 2 Flow chart of Web-based Simulation

램 서버에서 수행되며, 결과 값은 웹서버를 통해 사용자에게 전달된다. 사용자의 작업이 처리되는 서버의 운영체제는 Windows 2000 Server, 하드웨어는 HP ML370 Server, DB Server 는 MySQL, 웹서버는 MS-IIS 로 운영된다. 해석모델 파일을 분석하기 위해 C++ 언어를 사용했으며, 모델의 그래픽화는 OpenGL 로 구현하였다. 웹 페이지와의 연동을 위하여 ASP 와 JAVA 를 사용하였다. 또한 기술을 웹 기반에서 구동하기 위해 Plug-in 객체인 ActiveX 를 사용하였다. Fig. 3 과 같이 C++언어는 구조화 및 Module 화 설계를 할 수 있으며, 이식성이 뛰어나기 때문에 사용자의 시스템 환경에 제약을 받지 않는 객체지향 프로그램 언어이다. OpenGL 은 컴퓨터의 그래픽 하드웨어에 대한 소프트웨어 인터페이스로서 3D 그래픽스와 모델링 라이브러리로 이식이 쉽고, 속도가 빠르다는 장점이 있다. OpenGL 을 사용하면 보다 부드럽고 시각적인 3D 모델을 생성할 수 있으므로 사용자가 요청한 모델을 가시적으로 보여줄 수 있는 라이브러리이다. ASP 와 JAVA 는 웹서버에서 사용자와 서버를 연결시켜주는 역할을 하는 웹프로그래밍 언어로 사용자가 요청한 내용을 DB 에 저장을 하고 내용을 해석하여 서버에 필요로하는 서비스를 제공해주는 역할을 한다. ActiveX 는 웹사이트와 시스템 관리 모듈을 연결시켜주는 통로역할을 하며, 사용자가 웹서버에 접속했을 때 다운로드 받아 사용하기 때문에 다시 접속했을 때 재설치가 필요없다. 또한 한 번 받은 컨트롤은 다른 시스템에서도 사용할 수 있는 컴포넌트이다. 결과적으로

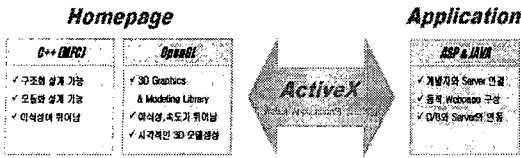


Fig. 3 Relationship between Web & Application

C++ 언어와 OpenGL 라이브러리로 입력파일을 분석하여 결과를 도출하고 ASP 와 JAVA 를 통해 사용자에게 전달되는 방식으로 시스템이 운영된다.

2.3 Post-processor Module 개발

2.3.1 입력파일 분석과정

사용자가 입력한 입력파일을 MFC File Class 를 이용하여 로드한 후 파일을 한 줄씩 읽어들인다. Fig. 4 와 같이 요소타입(Element Type)에 따라 요소의 Connectivity 가 달라지므로 요소타입을 먼저 저장하고 그에 따라 모델의 형상정보(노드의 총 개수, 좌표, 요소의 Connectivity)를 분석하여 각각 배열값으로 저장한다. 배열을 사용하는 것은 노드와 요소의 개수가 많고, OpenGL 에서 형상정보를 참조할 때 용의하기 때문이다.

2.3.2 모델생성 Processor

OpenGL 을 웹에서 구동시키기 위해서는 Fig. 5 와 같이 ATL(Active Template Library) 바탕에서 구현하여야 하는데 ATL 은 ASP 상의 스크립트를 호출해 줄 수 있는 COM(Component Object Model)을 만든다. 또한 모델을 생성하고 보여주는 역할은 윈도우창 내에서 이루어지기 때문에 모델구현 시스템을 구축하기 앞서 윈도우가 생성됐을 때 수행되는 작업, 삭제 및 변경됐을 때의 핸들러 작업이 필요하다. 모델이 생성되고 나면, 사용자가 키보드 또는 마우스를 통해 생성된 모델을 제어할 수 있으며, 조명의 위치, 빛의 반사, 물체의 위치에 따른 재질, 표면의 재질속성, 은선처리 등의 부가적인 OpenGL 함수를 사용하여 3 차원 모델의 사실성을 증가시킨다. Fig. 6 은 OpenGL 을 이용한 모델 생성의 예이다.

2.3.3 웹기반 환경의 구축

ActiveX 환경에서 운영되는 프로그램은 개발할 때 생성하게 되는 중요한 것이 컴포넌트이다. 이것은 ActiveX 네트워크의 어느 부분에서나 실행되

Element No	Element Type	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4
10	10	10	11	21	20

Node No	X Coordinate	Y Coordinate	Z Coordinate
10	5.9300000000000000E+0	5.0000000000000000E+0	3.5000000000000000E+0
11	6.1999999999999999E+0	5.0000000000000000E+0	3.5000000000000000E+0
20	5.7779767924815565E+0	5.0000000000000000E+0	4.4151414059485350E+0
21	6.4199740138689395E+0	5.0000000000000000E+0	4.5168402276150140E+0

Fig. 4 Node & Element Data Example

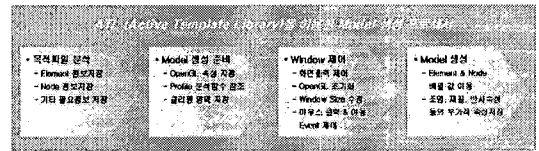


Fig. 5 Model Generation Processor Sequence

는 하나의 프로그램으로 ActiveX 컨트롤이라 한다. ActiveX 의 구동과정은 ActiveX 컨트롤이 포함된 웹 문서를 인터넷 익스플로러로 열면, 웹브라우저는 우선 이 컨트롤이 사용자의 하드디스크에 있는지 레지스트리(Registry)를 통해 찾아본다. 컨트롤이 설치되어 있으면 웹 문서를 보여주고 설치되어 있지 않으면 보안 문제를 해결하기 위해 디지털 서명과 보안증을 포함한 바이트 문자열 즉 CodeSign 을 사용하여 컨트롤을 다운로드 받은 후 웹 문서를 보여준다. CodeSign 작업이 완료되면 CAB 파일을 만들게 되는데 CAB 파일에는 ATL 프로젝트로 만든 *.dll 파일을 포함한다. 이 dll 파일이 입력파일을 분석하고 생성하는 프로그램이다. CAB 파일을 생성하기 앞서 INF(설치정보파일) 파일을 작성하게 되는데 이 파일에는 컨트롤과 함께 다운로드 받는 사용자의 시스템에 필요한 하드웨어 및 소프트웨어 설치정보를 포함하고 있다. INF 파일 작성 후 디지털서명을 하고 ActiveX 웹 페이지에 첨부하게 되면, Fig. 7 과 같이 사용자의 컴퓨터에는 *.INF 파일의 정보를 바탕으로 *.CAB 파일을 설치하게 된다.

2.4 시스템 관리 모듈

시스템 관리 모듈은 웹기반 시뮬레이션의 전반적인 제어를 담당하는 모듈로 사용자와 응용자원의 등록, 관리 및 시스템 감시를 담당한다. Http 통신을 통해 웹 자원과 통신을 하며 FTP 통신을 통해 응용자원과 해석구동명령의 전달, 입력 파일

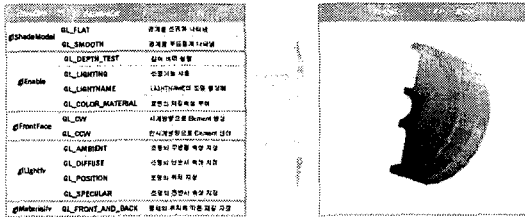


Fig. 6 Model Generation Example

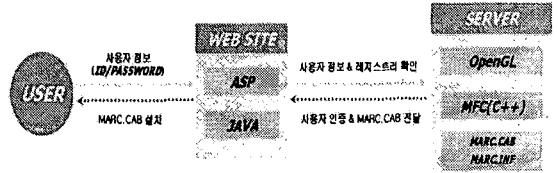


Fig. 7 Schematic of Web-based Environment

의 전달, 해석결과의 수신, 시스템 자원 상태파악 등을 통해 전체적인 시스템 운용을 제어한다. 모델뷰어는 사용자가 입력한 입력파일을 가시화하며, 시스템 관리 모듈로부터 받은 해석결과를 사용자에게 웹 상에서 보여주는 기능을 한다.

2.4.1 사용자와 모델 DB 설계

사용자의 정보와 해석을 요청한 파일의 정보를 웹 서버를 거쳐 전달하기 전에 서버에서 체계적으로 DB 화 시켜 정보를 전달해야 한다. 사용자는 웹 서버에 접근하기 위해서 ID 와 비밀번호를 발급받아야 한다. 사용자가 해석을 요청하면 서버에서는 사용자의 ID 로 폴더를 생성하고 해석을 요청할 때 마다 사용자의 정보가 저장된다. 저장된 DB 정보는 관리 시스템이 받아서 응용프로그램 서버에 전달한다. 해석된 결과는 다시 웹 서버로 리턴되고 마찬가지로 사용자의 DB 를 참조하여 요청한 사용자에게 전달된다.

2.4.2 사용자 그룹과 웹 서버의 연동

ASP 는 입력한 정보를 받아들이는 역할을 하며 JAVA 는 ASP 가 받은 정보를 ActiveX 컨트롤로 넘겨주는 역할을 한다. 사용자가 페이지를 호출하면 ID 인증 과정을 거쳐 회원일 경우 페이지 호출을 허가한 다음 Form Object 를 사용하여 해석하고자 하는 파일을 로드한 후에 선택버튼을 클릭했을 때 파일 이름을 넘겨받는다. Value 값으로 파일 다이얼로그에서 선택한 파일 경로가 입력되며 파일 값을 받고 난 후에 입력 버튼을 클릭하면 자바 스크립트로 값과 함께 채워권을 넘겨주도록 구성하였다. 실행명령이 전달되면 파일 경로를 입력받아 모델뷰어에서 모델을 생성한다.

2.5 응용프로그램 시스템

응용프로그램 서버는 웹 서버로부터 요청된 유한요소해석을 수행하는 기능을 한다. 시스템의 구

Table 1 Application Server System

서버 프로그램	모델명	OS	Processor
MSC.Marc	Compaq DS20E	Unix V5.1	Alpha Chip
Deform 2D/3D	HP XW8000	Unix V5.1	Alpha Chip
LS-Dyna	Compaq XP1000	Unix V5.1	Alpha Chip
ANSYS	Compaq XP1000	Win XP	Pentium IV

성은 Table. 1 과 같다.

3. 적용

본 논문에서 소개한 웹기반 유한요소해석 시스템의 Pre-post 모듈과 시스템 관리 모듈을 이용하여 MSC.Marc 입력파일의 해석을 수행하였다. Fig. 8 과 같이 전달된 입력파일의 형상 정보를 웹상에서 가시화하였으며, Fig. 9 과 같이 응용프로그램 서버에서 해석수행이 완료되었다.

4. 결론

본 논문에서는 웹기반 유한요소해석 시스템의 전반적인 구조와 주요 구현 기술을 소개하였다.

(1) 시스템 사용자의 모든 작업은 인터넷을 통해 이루어진다. 유한요소해석은 응용프로그램 서버에서 이루어지며 사용자의 정보 및 해석결과 등의 모든 데이터는 웹서버에서 관리된다. 또한 웹서버의 DB 를 여러 사람이 공유하여 협업이 가능하며 DB 의 효율적인 관리가 가능하다. 결과적으로 사용자가 시간과 장소에 제약을 받지 않으며 고가의 하드웨어, 소프트웨어의 구입없이 유한요소해석을 인터넷을 통하여 수행하며 결과 확인이 가능한 웹기반 유한요소해석 시스템을 개발하였다.

(2) 추후 연구되어야 할 과제는 본 연구에서

구현한 Pre-post 프로세서 모듈이 해석모델의 형상 정보만 구현하는 것이 아니라 사용자가 웹상에서 직접 유한요소 모델링을 할 수 있는 Pre-processor 기능과 응용프로그램 서버에서 수행된 해석결과를 가시화할 수 있는 Post-processor 기능의 개선이 필요하다.

후 기

본 연구는 산업자원부에서 지원하는 “산업기술 기반조성사업”의 지원으로 행해졌으며 관계자 여러분께 감사드립니다.

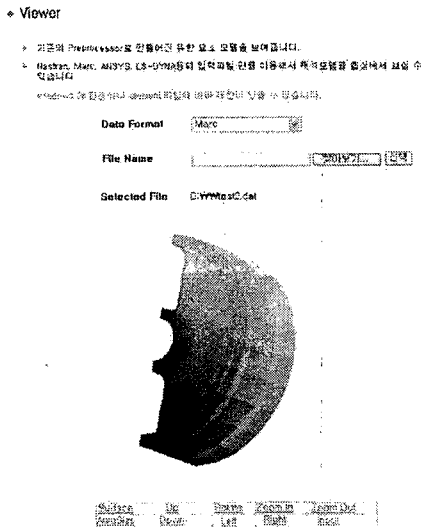


Fig. 8 Model Viewer Example

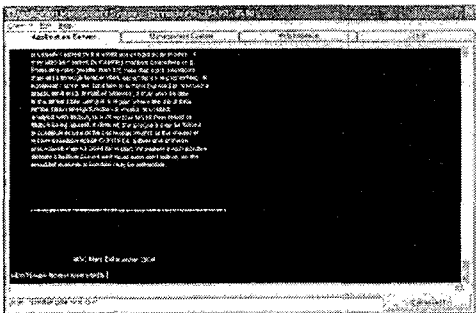


Fig. 9 Analysis Result Window

참 고 문 헌

- [1] Cho,K.S, Kim,J.E, 1998, Development of a Web-based Simulator under distributed Environment and Its Application, Dankook University Faculty Research Papers, Vol. 33, pp. 329 ~ 339.
- [2] Han,H.S, Lee,J.K., 2003, Development of a Web-based Dynamic Simulation System for Multibody Systems, Journal of the Korea Society of Precision Engineering, Vol. 20, No. 8, pp. 194 ~ 204.
- [3] Hwang,H.J, Lee,Y.S, Oh, J.W, Park, M.J, Jang,D.Y, 2001, Development of a Technique to Transfer Output from FEM Analysis to VRML Format for the Web Based CAE Information System, Proceedings of the Korea Society for Simulation Conference 2001, Vol. 2001, pp. 88 ~ 95.
- [4] Lee,Y.H, Kwak,S.G, Kim,S.H, 1998, Web-based Simulation under Distributed Environment, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 7, No.2, pp. 79 ~ 90.
- [5] Kim,K.Y, Nam,Y.H, 1999, A Visual Modeling Environment for Web-based Simulation, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 8, No.1, pp. 101 ~ 111.
- [6] Yung-Chou Kao, 2003, Development of a remote quick CAE system on sculptured metal extrusion die surface, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 140, Issues 12 ~ 13, pp. 116 ~ 122.
- [7] Xianhong Zhang, Yinghong Peng, Xueyu Ruan, 2004, A web-based cold forging precess generation system, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 145, Issue 1, pp. 1 ~ 6.
- [8] S. Narayanan, 2000, Web-based Modeling and Simulation, Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, pp. 60 ~ 62