

◆특집◆ 웹기반 엔지니어링 협업 기술

정형해석을 위한 엔지니어링 프레임워크 개발

정일용\*, 가충식\*, 이규봉\*\*

Development of Engineering Framework for Templated Structural Analysis

Il Yong Chung\*, Chung Sik Ga\* and Gyu Bong Lee\*\*

**Key Words** : Engineering Framework(엔지니어링 프레임워크), Customize(개별화), Templated Structural Analysis(정형해석), CAD(컴퓨터이용설계), CAE(구조해석), API(응용프로그램연계)

1. 서론

최근 기업에서는 다양화된 신제품 개발과 제품수명주기관리에 대응하여, 적은 시간과 비용으로 새로운 제품을 개발하기 위해서 지식 기반의 제품개발 체계의 확립과 제품개발 전문가간의 효율적인 정보 교환을 위한 엔지니어링 협업 프레임워크 개발의 필요성이 부각되고 있다.<sup>1</sup> 이러한 엔지니어링 협업에 있어 제품 설계 엔지니어는 단시간 내에 최적의 설계 및 설계 검증결과를 확보할 필요가 있다.

일반적으로 설계업무에서 사용되는 설계 도구는 제품의 형상설계를 위한 CAD 소프트웨어와 설계된 제품을 사전 시뮬레이션을 통하여 거동을 미리 분석하고 검토하여 설계형상의 안정성 평가 및 설계에 다시 반영하는 구조해석용 CAE 소프트웨어로 구분될 수 있다. 이러한 설계 도구를 이용하여 CAD 의 설계 데이터를 기본으로 CAE 에서 구조해석을 수행한다. 그리고 해석 결과를 반영하여 CAD 의 설계를 수정 또는 보완하는 것이 제품

설계/해석 단계에서의 일반적인 설계 및 해석 프로세스이며 이를 위해서는 설계 엔지니어와 해석 엔지니어가 따로 존재하게 되는 경우가 많다. 또한 CAD 설계 후 구조해석을 위한 모델 단순화 작업과 해석의 결과를 CAD 모델에 반영하여 다시 설계를 수정하는 정형화된 방법이 필요하고, 설계와 해석 엔지니어들 사이의 의사소통이 필요하며 불필요한 시간이 소요될 경우도 있다.

이를 해결하기 위해서 제품 설계과정에서 제품 설계 데이터를 제품형상설계 및 해석기능을 구분하여 CAD 모델은 형상의 측면에서, CAE 모델은 해석기능의 측면에서 형상 설계와 기능을 포함하여 해석에 필요한 데이터를 표현하는 것이다.

최근 들어서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 엔지니어링 협업 프레임워크 환경에서 의사결정을 진행하는 경우가 많다. 그리고 웹을 활용하여 설계 정보시스템으로 활용하고 있다.

제품설계 정보 데이터를 인터넷상에서 활용하는 사례를 보면, 인디애나 대학에서는 고성능 컴퓨팅 환경의 자원을 쉽게 이용할 수 있는 웹 포털 시스템을 구축하였다.<sup>2</sup> 초기에는 CORBA 기반의 어플리케이션 서버를 미들웨어로 사용하였으나 XML 기반의 웹 서비스로 변화하였다. 조지아텍 대학에서는 CAD 와 CAE 해석을 위해서 모델에 대한 Constrained Objects 를 정의하고 이를 CORBA 기반에서 서버에 있는 FEA 해석기인 ANSYS 를 통해 해석을 수행하여 그 결과를 클라이언트 측에 제공

\* 한국생산기술연구원 생산시스템본부

Tel. 041-589-8434, Fax. 041-589-8480

Email ciy@cupid.kitech.re.kr

생산시스템분야에서 구조물의 구조해석 및 RP 분야의 연구활동을 하고 있음

\*\* 한국생산기술연구원 생산공정기술본부

하는 시스템을 구축하였다. <sup>3</sup> RoboBat 사에서는 상업용 ANSYS Workbench 환경에서 MS EXCEL 을 COM 기반으로 요소 설계 및 해석을 위한 ESOP System 소프트웨어를 개발하였다. <sup>4</sup> 이밖에 I-DEAS 의 API 를 이용하여 이를 ANSYS Workbench 환경에서 설계사용 해석 시스템을 구축한 사례도 있다. <sup>5</sup>

본 논문에서는 지식공유기반의 제품개발 체계를 구축하기 위하여 CAE 구조해석 정형해석모듈을 개발하여 특정해석을 보다 편리하게 수행할 수 있도록 한다. 여기서 정형해석은 해석대상이 되는 해석모듈을 정형화하여 보다 쉽게 해석을 수행할 수 있도록 개별화(Customization)시킨 특정해석을 의미한다. 그리하여 각각의 해석이 요구되는 사정에 맞도록 특화되어 적용 가능한 CAE 정형해석 시스템을 개발하여, 설계 검증 및 설계 변경을 제품설계 업무에 효과적으로 활용할 수 있도록 하고자 한다. 본 논문에서는 개별화된 구조해석 시스템을 구축하기 위해서 상용 CAE 인 ANSYS Workbench(ver. 7.0) 및 API 를 활용하는 방법을 기술하였으며 상업 CAD 인 Pro/E 와 연계시켜 정형 해석을 수행한 구현사례를 제시하였다.

## 2. Workbench 환경에서 개별화된 구조 해석 프로그램 개발

### 2.1 Workbench 환경의 프로그램 기본 구조

Workbench 환경에서 커스텀마이징된 구조해석 프로그램은 하나의 Workbench 환경의 애플릿 프로그램으로 그 자체가 개별적인 응용프로그램이 될 수 있다. Workbench 환경특성을 잘 활용하면 특정 해석 분야에 필요한 해석프로그램의 개별화 뿐만 아니라 타 프로그램과의 연계된 특정해석 개별화 프로그램도 개발할 수 있다.

Fig. 1 은 개별화된 구조해석 프로그램의 기본 구조와 각 구성요소 사이에서 생기는 데이터 교환의 흐름을 도식화하였다.

각 구성요소의 기능은 다음과 같다.

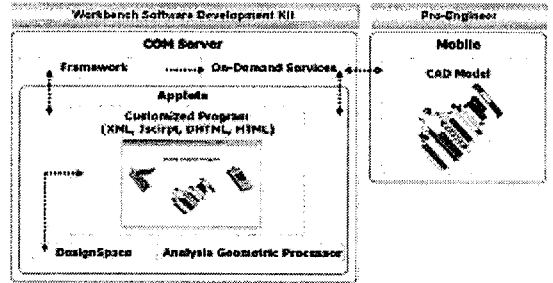


Fig. 1 Architecture of Workbench environment for Customized Application Program

- Customized Application 구성요소: DesignSpace 애플릿을 위한 XML, JScript, DHTML, HTML 언어로 구성된 스크립트 문서
- On-Demand Service 구성요소: Geometry Access 파트에서 컴파일 되어진 코드를 통해 CAD 시스템과 플러그인 되어 CAD 모델 형상과 파라미터를 제공받음.
- Framework 구성요소:
  - Script Execution: DesignSpace 애플릿에서 제공하는 프로토콜을 맞게 개별화된 문서를 실행하기 위한 파트.
  - Graphic Stream: 그래픽 영역에서 On-Demand Services 파트와 CAD 시스템과 플러그인 되어 그래픽 이미지를 생성하기 위한 파트
  - User Interface Host: 프로그램의 인터페이스를 JScript 과 XML 파일로 구성하기 위한 구성요소
  - Applet Management: 애플릿의 시작 및 종료 등의 실행을 관리하는 파트
- CAD System 연계: On-Demand Services 구성요소와 플러그인 되는 Pro/E 는 파라메트릭 기법의 CAD Modeler 로써 모델 형상 설계데이터의 일부분을 개별화된 프로그램의 설계 파라미터로 설정 가능

### 2.2 Workbench 환경의 개별화 프로그램 개발

앞 절의 Workbench 환경의 기본 구성요소를 기본으로 ANSYS Workbench 환경의 개별화된 구조해석 프로그램을 개발하였다.

여기에는 Workbench 개발툴을 활용하였으며, pro/E 와 연계되는 Workbench 특성을 활용하여 개별화된 구조해석을 Pro/E 와 연계되어 수행할 수 있도록 개발되었다.

Fig. 2 는 개별화된 구조해석 프로그램의 GUI 환경을 보여주고 있다.

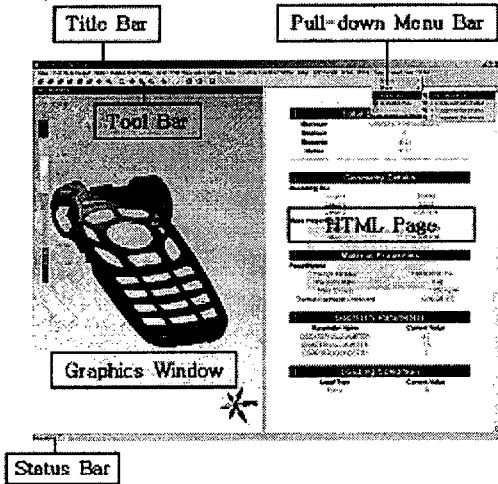


Fig. 2 GUI(Graphic User Interface) of Customized Application Program

개발된 Workbench 환경의 각 개별 구성요소는 다음과 같다.

- Title Bar : 개별화된 구조해석 프로그램 또는 특정해석의 이름을 지정
- Pull-down Menu Bar : 특정해석에 필요한 메뉴의 개별화 기능을 구현
- Tool Bar : 개별화된 해석 프로그램에서 자주 사용되는 도구를 아이콘화 하여 개별화 구현
- Graphics Window : 그래픽 이미지를 생성하는 프레임 영역으로 CAD 모델의 확인 및 해석 결과를 이미지로 가시화
- HTML Page : 해석 객체의 속성과 설계변수 값 등을 입력하거나, 출력하여 해석에 반영하도록 HTML 프로그램으로 문서의 개별화 구현
- Status Bar : 해석 단계별 상태를 표시해주는 기능의 개별화

본 논문에서는 단계별 해석 절차를 통해 선형 구조해석을 수행할 수 있는 프로그램으로 구현하였다.

Fig. 3 은 개별화 프로그램을 휴대폰의 구조해석에 적용한 간단한 적용사례를 나타낸 것이다.

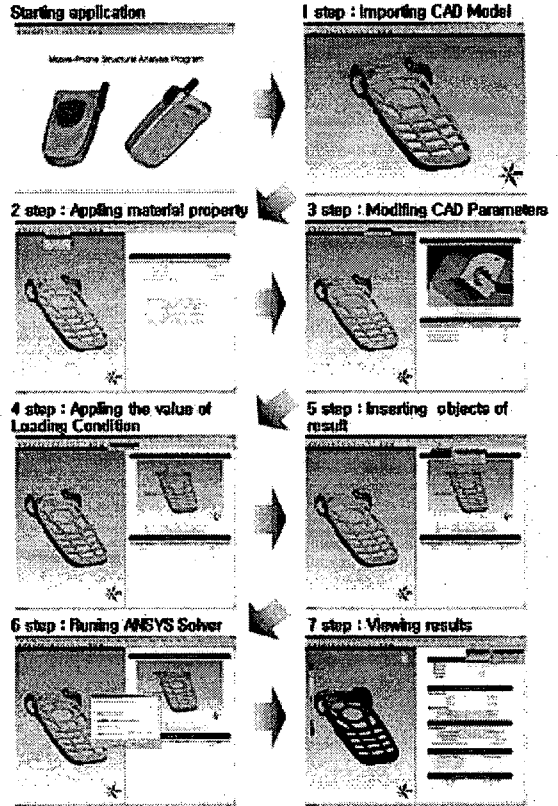


Fig. 3 Analysis process of Customized Application Program on Workbench Environment

해석 모델의 입력은 풀다운 메뉴바를 이용하여 Pro/E 와 플러그-인 방식으로 연계되도록 되어 있으며, 재료 물성치 데이터 및 매뉴체계는 XML 데이터를 활용하도록 되어 있다. 해석에 필요한 하중조건 및 경계조건은 HTML 을 활용하여 입력/출력되며, 해석 모델의 형상의 변경도 설계자 임의로 수정하여 해석 모델의 형상을 변경시킬 수 있도록 하였다. 해석결과는 그래픽 영역에서 결과 이미지 생성하여 보여주고 HTML 페이지에서는 텍스트로 결과값을 보여주는 기능을 제공한다.

### 3. 웹기반 개별화된 정형해석 프로그램

#### 3.1 정형해석 프로그램의 구조

웹기반의 개별화된 정형해석 프로그램은 웹서버/클라이언트환경에서 적용되는 구조해석 프로그램 환경이다. 웹서버는 각 해석별 개별화된 정형

해석 모듈을 제공하고, 웹 클라이언트는 웹 브라우저를 통해 특정해석모듈을 링크하여 클라이언트 CPU 상에서 해석을 수행할 수 있다. 이는 네트워크 환경의 Workbench 객체를 자동화 객체(ActiveXObject)로 활용하여 이를 수행하고 있다.

Fig. 4 는 웹기반의 개별화된 정형해석 프로그램이 네트워크 상에서 구동되는 원리와 구조를 도식화 한 것이다. 정형해석 모델데이터는 개별화된 정형해석 모듈과 재료물성치, CAD 자료 등으로 구성되어 있다. 여기에 해석 서버인 ANSYS Workbench API, Solver 등이 연계되어 개별화된 정형해석 프로그램을 구동할 수 있도록 구성하였다.

또한 웹 브라우저에서는 개별화된 해석 프로그램이 실행되며 해석수행 후 해석결과 자료는 개별적으로 저장될 수 있도록 하였다.

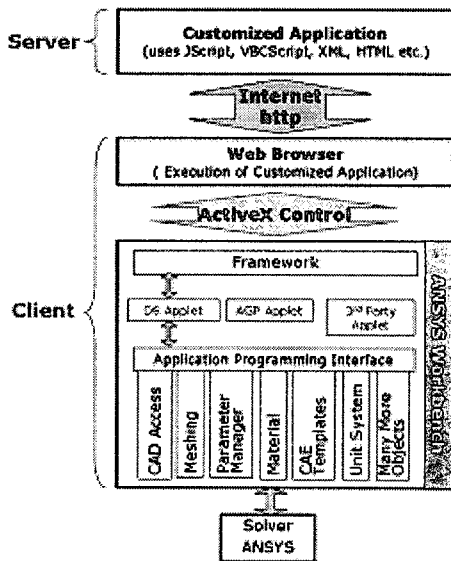


Fig. 4 Schematic diagram of Web-based Application Interface Program

### 3.2 정형해석 프로그램 구현 및 적용

Fig. 5 는 정형해석을 위한 웹 기반 개별화된 구조해석 프로그램을 구현한 것을 보여주고 있다. 웹 기반 개별화된 구조해석 프로그램의 사용자 인터페이스는 해석 입력, 출력 데이터를 컨트롤하는 테이블 프레임과 해석모델의 형상과 특정 파라미터, 하중조건, 경계조건을 이미지로 확인할 수 있

는 이미지 프레임과 단계별 해석 결과를 출력하는 테이블이 동적으로 구동되는 시스템으로 구현하였다.

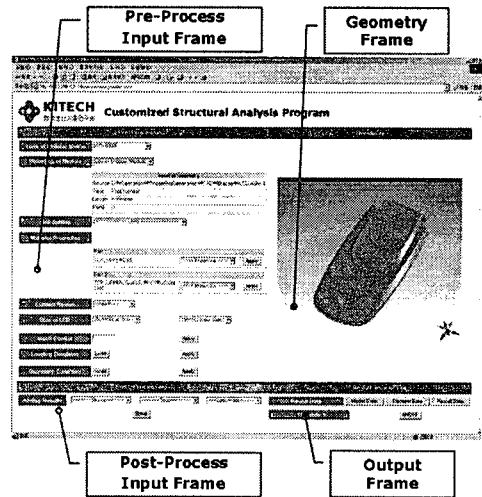


Fig. 5 Implementation of Web-based CAE Customized Application Program

웹 기반 개별화된 해석 프로그램의 사용자 인터페이스는 Fig. 5 에서 보여주고 있는 프레임 구성 요소로 동적으로 표현되도록 구현하였으며 주요 구성요소는 다음과 같다.

- Pre-process Frame : 해석에 대한 전처리 과정으로 해석 객체의 입력 데이터를 컨트롤 할 수 있는 테이블 프레임으로 구성
- Post-process Frame : 해석에 대한 후처리 과정으로 전처리 과정에서 설정된 해석 객체의 입력 데이터 기반으로 해석 결과물에 대한 설정과 해석을 실행할 수 있는 프레임으로 구성
- Geometry Frame : 전처리 과정에서 해석 객체에 대한 이미지 정보를 제공해주는 이벤트 프레임으로 구성
- Output Frame : 해석 객체에 대한 결과와 해석 결과를 출력하는 테이블 프레임으로 구성하였다.

Fig. 6 은 휴대폰의 폴더 힌지 부분의 선형 구조해석을 웹기반 특정해석 프로그램으로 구현한 사례이다.

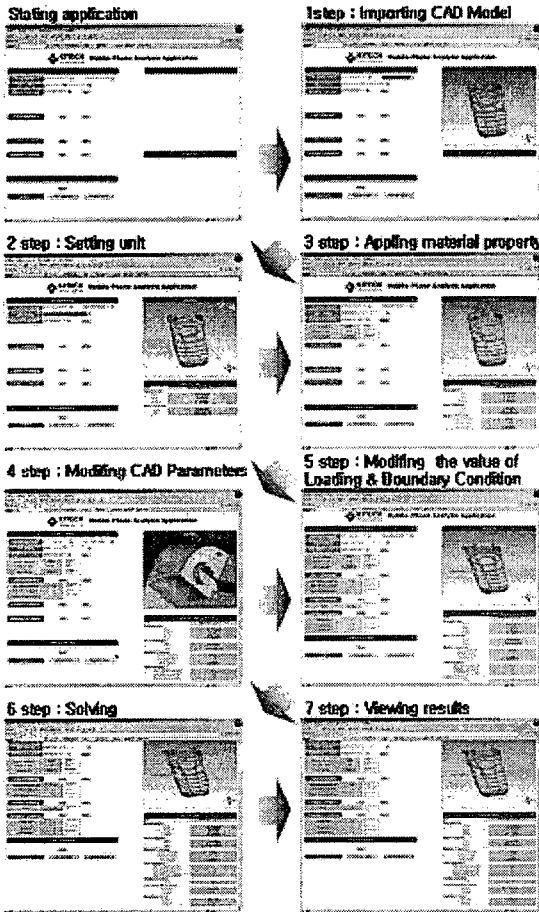


Fig. 6 Example of Web-based CAE Customized Analysis

프로그램의 각 단계별 특정해석의 수행과정은 다음과 같다.

- CAD 모델 불러오기: CAD 시스템인 Pro/E 와 플러그인 되어 형상에 대한 설계데이터를 공유하면서 CAD 모델을 해석모델로 입력
- 작업 단위계 설정: 해석을 위한 단위계 선택 메뉴에서 현재의 단위계를 설정
- 재료물성치 설정: XML 언어로 개별화된 재료 물성치 데이터를 해석 모델에 적용
- 접촉면 설정: 기하 형상의 접촉상태에 근거하여 자동으로 생성되며 이때 접촉요소의 접촉조건을 설정
- LCD 크기 설정: CAD 모델 정보에서 특정 파라미터(LCD 크기)의 치수값을 변경

- 요소망 조절: 부품에 대한 요소망 밀도를 100 에서 +100까지의 범위로 조절
- 하중 및 구속조건 설정: 경계조건을 설정하기 위한 것으로 주어진 위치에서의 하중조건과 구속조건 값을 적용
- 해석 객체 설정: 해석 후 어떤 성분의 해석결과값을 볼 것인지 선택 및 추가 선택
- 해석 및 해석 결과 보기: 앞에서 설정한 해석 입력 데이터 기반으로 해석 Solver 를 통해 해석을 수행한 후 해석 결과를 제시
- 모델 및 결과 데이터 추출 : CAE 해석 템플릿 인자에서 모아진 해석 입력 데이터를 기반으로 ANSYS, NASTRAN, ABAQUS 프로그램 같은 일반 해석을 위한 입력파일의 제공, 절점 및 요소망 데이터, 해석 결과값을 추출하여 저장

#### 4. 결론

본 논문에서는 CAE 구조해석을 위한 정형해석 모듈을 개발하여 지식공유기반의 엔지니어링 협업을 위한 정형해석 모듈을 제시하였다. 정형해석 모듈은 상용 CAE 프로그램인 ANSYS 의 Workbench 모듈을 활용하였으며 사용자의 이미 정해진 해석분야에 특화된 해석 모듈을 제시함으로써, 설계자가 보다 편리하게 구조해석을 수행할 수 있도록 구현하였다. 또한 상용 CAD 인 Pro/E 와 연계시켜 설계 데이터가 해석 모델 데이터로 바로 반영될 수 있도록 하였다.

정형해석 프로그램은 크게 두 가지로 구현되었는데 Workbench 환경에서의 프로그램 개발과 웹기반의 정형해석 프로그램 개발로 나누어서 개발되었다. Workbench 환경의 프로그램은 개발툴(SDK)을 활용하여 ANSYS 의 Workbench 작업환경을 사용자의 해석 분야 및 편의성에 맞게 메뉴 및 툴바 그래픽 영역 등으로 나누어 해석에 경험이 많지 않은 설계자 또는 해석자라도 쉽게 구조해석을 수행할 수 있는 개별화된 해석 프로그램으로 구현된 것이다. 또한 웹기반의 정형해석프로그램은 웹서버와 클라이언트 환경에서 Workbench 가 지원하는 HTML, Jscript, DHTML 등의 스크립트 언어를 활용하여 Workbench 객체와 인터페이스 할 수 있는 API 기반의 프로그램을 구현한 것이다.

개발된 프로그램의 적용사례로는 휴대폰을 대상으로 휴대폰에서 고려될 수 있는 구조해석 사례

를 제시하였으며 개별화된 해석을 수행하는데 효율적으로 적용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

또한 엔지니어링 협업 프레임워크에 활용하여 단시간 내에 설계의 검증을 위한 시뮬레이션 및 거동을 분석하여 설계의 안정성 평가 및 설계 형상변화에 반영할 수 있을 것으로 기대한다.

향후 특정 CAE 해석 분야에서 특정해석모듈을 제공할 수 있는 웹 포털 시스템의 구축과 제품 개발 엔지니어링 협업 시스템 프레임워크 통합을 추진해 나갈 계획이며, .NET 프레임 환경에서 분산객체를 활용한 타 어플리케이션과의 연계작업도 수행해 나갈 계획이다.

## 후 기

본 연구는 산업자원부에서 추진하는 차세대인 기술 개발 사업의 하나로 수행되고 있는 ‘글로벌 정보공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 개발’ 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. Park, J.H., Cho, S.W., Chung, I.Y. and Seo, H.W., "Development of a Collaboration Framework for Knowledge Process based Product Development," 2<sup>nd</sup> Annual Report, KITECH, MOCIE, 2004.
2. Marlon, Pierce, "The Gateway Computational Web Portal," Indiana Univ., 2002.
3. Russel, S. Peak, "Techniques and Tools for Product-Specific Analysis Templates," Georgia Tech Univ., 2001.
4. <http://www.robotoffice.com/interface/44/>
5. Na, J.M., Lee, S.Y., Lee, S.K. and Ahn, S.H., "Development of Automation Tool for Structural Analysis of Cellular Phone," 15<sup>th</sup> KOREA ANSYS User's Conference, pp. 34, 2005.
6. ANSYS Inc. "ANSYS Workbench SDK Online Documentation," ANSYS Workbench Rel. 7.0
7. Chung, I.Y., Ga, C.S. and Lee, G.B., "Development of Specialized Structural Analysis Program using ANSYS API," Journal of Industrial Technology, Vol. 13, pp.168-177, 2005.
8. Chung, I.Y., Ga, C.S. and Lee, G.B., "A Development on Web-Service Application using ANSYS CAE Program," Spring Proc. of KSPE, pp.173-176, 2005.
9. Goodman, Danny, Morrison, Michael, "JavaScript Bible 5th Edition," Wiley Publishing, Inc., 2004.