

# 상용 유한요소 해석 프로그램을 이용한 통합 엔지니어링 데이터 생성 및 가시화에 관한 연구

## A Study on the Intergrated Engineering Data Generation and Visualization Using Commercial Analysis Software

\*김승욱<sup>1</sup>, 성문현<sup>1</sup>, 박진표<sup>2</sup>, 권기억<sup>2</sup>, 조성욱<sup>3</sup>, 최영<sup>3</sup>  
\*S. W. Kim<sup>1</sup>, M. H. Seong<sup>1</sup>, J. P. Park<sup>2</sup>, E. K. Kwon<sup>2</sup>, S. W. Cho<sup>3</sup>, Y. Choi<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> 중앙대학교 대학원 기계공학부, <sup>2</sup>주비투젠, <sup>3</sup>중앙대학교 기계공학부,

Key words : List file, MCAD, Engineering data, FEM, Visualization

### 1. 서론

컴퓨터의 비약적인 발전에 힘입어 구조해석, 유동해석, 전자기장 해석 및 연성 해석 등 엔지니어의 오랜 숙원이었던 모의실험(Virtual experiment)이 가능해 졌다. 실제로 많은 기업 및 학교, 연구소 등의 연구 기관에서 실험과 이론 연구와 더불어 컴퓨터를 이용한 모의 실험을 수행하고 있다. 모의 실험의 경우 시간, 공간적 제약의 극복이 가능하며 저 예산으로 고효율의 실험 결과를 얻을 수 있는 장점이 있기에 연구 기관에서 널리 이용되고 있다. 이러한 모의 실험을 위한 프로그램으로는 유한요소법을 주요 해석 방법으로 사용하는 ANSYS와 ABAQUS, NASTRAN, ADINA 등을 들 수 있으며 각 해석 프로그램은 공통적인 해석 분야에 대한 범용 해석 프로그램의 역할뿐만 아니라 특정 분야에 대해 고유한 장점을 지닌 전용 해석 프로그램의 역할 수행이 가능하다.

각 해석 프로그램들은 유사한 해석 과정을 수행함에도 불구하고 수치 해석 계산 과정이나 계산 결과에 대한 독자적인 데이터 처리 방식을 가지고 있다. 이는 데이터 변환 및 관리 시스템이 제공되는 3 차원 모델링(CAD, Computer Aided Design)과 달리 3 차원 해석(CAE, Computer Aided Engineering)을 통해 생성된 데이터의 관리가 어려운 가장 큰 요인중 하나이다. 해석 결과의 체계적인 관리는 대량 맞춤(Mass Customization)시대의 설계 기술과 제조 공정의 혁신을 위한 필수적인 시대적 요구 사항이며 연구 결과의 축적과 활용을 위하여 반드시 필요한 일이다.

본 연구에서는 유한요소법을 이용한 다양한 상용 해석 프로그램(ANSYS, ABAQUS, NASTRAN, DEFORM 3D)에서 생성된 해석 정보(해석 모델 및 결과)등을 설계 정보 등과 연계하여 관리할 수 있는 통합 엔지니어링 정보 생성 및 해석 결과 가시화에 대한 방법을 제안했다. 각 해석 프로그램에서 제공하는 텍스트 파일 형태의 해석 결과인 List file을 이용하여 엔지니어링 데이터로 변환하고 엔지니어링 데이터의 경량화와 고속 삼각화를 위한 삼각화 기법을 제안하였다. Figure 1은 해석 정보의 생성 및 가시화를 위한 개발 흐름도를 나타낸 그림이다.

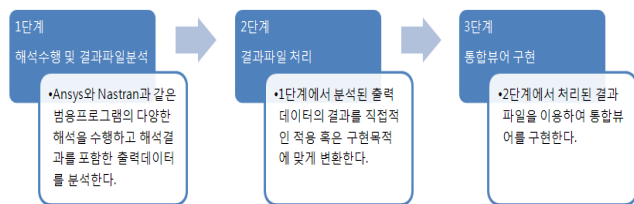


Fig. 1 Development Flowchart for Engineering data and Visualization

### 2. 해석 결과에 대한 정보 생성

일반적으로 범용 유한요소 해석 프로그램의 경우 프로그램 자체적으로 후처리과정(Postprocessor)의 수행이 가능하

다. 후처리과정은 그림, 동영상, 표, 도표 등을 이용하여 수치 해석 결과를 출력하는 과정이며 이때 사용되는 해석 결과를 포함한 정보는 각 해석 프로그램에 따라 독자적인 방식을 통해 연계 된다. 이는 각 프로그램간 데이터 변환 및 관리 시스템이 제공되기 어려우며, 각 해석 프로그램에서 제공되는 별도의 Viewer를 통한 후처리 과정만이 가능함을 말한다. 프로그램에 따라 독자적인 해석 정보를 직접적으로 처리하고 관리하는 방법을 대신하여 본 연구에서 제안하는 List file 형태의 해석 결과를 이용할 경우, 데이터의 경량화와 데이터의 처리가 용이해진다. List file은 후처리과정 도구 중 텍스트 파일 형태로 출력된 해석 결과를 말하며 일반적인 범용 해석 프로그램에서 기본적으로 지원되는 기능이다. List file은 후처리 과정의 필수 정보인 해석 모델의 형상, 절점(node), 요소망(Element) 및 해석 결과를 포함하고 있다. 본 연구에서는 널리 사용되는 상용 유한요소 해석 프로그램인 ANSYS(ver.11.0 sp1)와 ABAQUS(ver.6.7), MSC. NASTRAN 2005 및 DEFORM 3D의 List file 출력 기능을 검토하였으며 앞서 언급한 해석 프로그램들의 가시화 가능성을 확인하였다. 이를 위해 각 프로그램의 구조해석, 열 전달 해석, 진동 해석의 정상 상태 및 과도 상태의 해석을 수행하였으며 후처리 과정을 이용하여 텍스트 파일 형태의 해석 결과인 List file을 생성하였다. 또한 생성된 해석 결과의 가시화를 위하여 List file 포함된 설계 정보(형상, 물성, 해석 종류, 절점, 요소망)와 해석 결과를 살펴보았다.

ANSYS와 ABAQUS, DEFORM 3D의 경우 자체 출력 기능을 이용한 텍스트 파일 형태의 해석 결과 출력이 가능하며 NASTRAN은 전·후처리 과정에서 생성되는 텍스트 파일이 그 역할을 수행할 수 있다. 또한 수행된 모든 해석 프로그램의 List file 내에 설계 정보와 해석 결과가 포함되어 있는 것을 확인하였다. Figure 2는 ANSYS의 구조 해석 결과를 출력한 List file이다. 여기서 인덱스, NODE는 절점 번호를 나타내며 UX, UY, UZ, USUM은 각각 방향 별 변위 및 총 변위를 나타낸다.

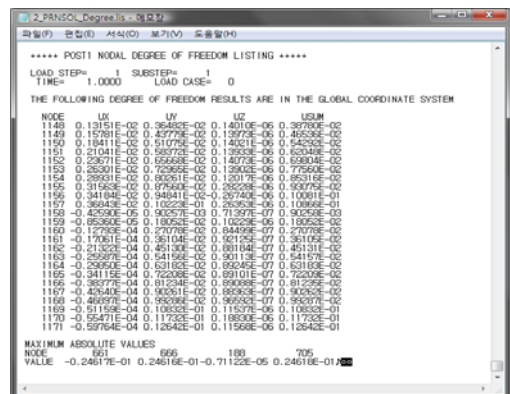


Fig. 2 List File of Structural Analysis with ANSYS ver. 11.0  
텍스트 파일 형태의 해석 결과는 데이터 변환을 위한 장점이 있다. 첫째로 데이터의 접근이 용이하다. List file은

사용자가 해석 결과를 검토하기 위한 텍스트 파일이므로 가독성이 우수하며 데이터를 변환하기 위한 프로그래밍 가독성 또한 우수하다. 이런 가독성의 우수함은 설계 정보와 해석 결과가 통합된 엔지니어링 데이터를 생성하기 위하여 해석 프로그램의 List File 을 직접적으로 이용하거나 변환하여 이용하는 두 가지 방법 모두에서 이점을 가진다. 개발자가 기본적인 유한요소 해석에 관한 지식을 가지고 있는 경우 가독성 높은 텍스트 파일을 이용하여 데이터를 변환하는 작업은 수월하게 진행될 수 있다. 두 번째로 데이터의 경량화가 가능하다. 해석의 종류에 따라 메가바이트에서 테라 바이트 규모의 해석 결과 파일에 비교하여 List File 의 용량은 매우 적다. 또한 List File 은 사용자가 원하는 해석 결과만을 출력하여 저장할 수 있기에 역시 데이터의 저 용량화에 큰 장점을 가진다. 이러한 특징은 해석 결과 체계적으로 관리할 수 있는 시스템의 경량화와 저 사양화를 가능하게 만든다.

### 3. 가시화 방법

기존 CAD 의 표현 형식 중에서 적은 데이터로 표현 할 수 있는 기법과 가시화시 진행되어야 하는 절차의 계산 양 사이를 절충하여 MCAD(Mechanical Computer-aided Design)을 효율적으로 나타낼 수 있게 하기 위해서 1·2 차 곡면에 대해서는 exact geometry 로 표현하고 고차 곡면 또는 자유 곡면에 대해서는 trimmed NURBS 로 표현하는 방식을 정의했다. 1·2 차 곡면인 평면과 실린더, 콘 등을 수학적으로 정의하기 위해 필요한 데이터는 매우 적다. 이렇게 적은 수의 정보로 정확한 표현이 가능한 기하 요소에 대해서는 수학적 표현을 이용하여 형상을 정의 하는 것이 유리하다. 고차 곡면 또는 자유 곡면의 경우 trimmed NURBS 의 표현으로 적은 오차 안에서 거의 모든 형상의 표현이 가능하다. Figure 3 는 삼각형 표현과 exact geometry 표현의 데이터 크기를 비교한 그림이다.

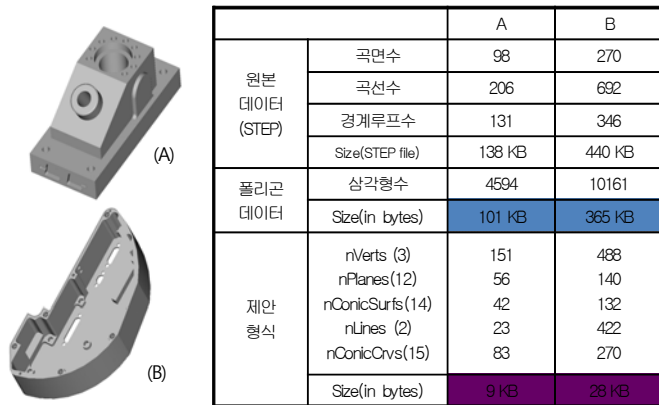


Fig. 3 Comparison of Data size of STEP and Proposed format

A 와 B 모델의 STEP 데이터는 각각 138 Kbyte 와 440 Kbyte 이며 폴리곤 데이터는 101 Kbyte 와 365 Kbyte 이다. 제안 형식을 이용할 경우 A 모델은 9 Kbyte, B 모델은 28 Kbyte 가 되며 현재 사용되고 있는 형상 데이터보다 경량화 된 표현이 가능하다.

### 4. 응용 분야

경량화된 통합 엔지니어링 데이터는 해석 결과의 체계적인 관리에 유리하다. 설계 정보와 해석 결과를 포함한 통합 엔지니어링 데이터에 제품 개발 과정에서 발생하는 다양한 제품 정보를 연계시킬 경우 전체 제품에 대한 엔지니어링 이력을 가지게 된다. 연계된 통합 엔지니어링 데이

터는 정보 보관의 효율성 증대가 가능해진다. 경량화 및 저 사양화가 가능한 통합 엔지니어링 데이터의 특징을 이용하여 웹 기반의 데이터베이스를 구축할 경우 관련 기업 간의 정보 공유 및 협업뿐만 아니라 제품의 엔지니어링 이력 관리의 토대 확립이 가능해진다. 또한 PDA 단말기와 같은 모바일 기기에 적용할 경우 제품 정보 및 해석 결과에 대한 핵심 정보를 공간적인 제약 없이 신속하게 확인할 수 있을 것으로 기대된다.

### 5. 결론

상용 유한요소 해석 프로그램의 후처리과정의 기능을 이용하여 해석 결과를 포함한 텍스트 파일 형태의 List file 의 생성이 가능하며 이를 이용하여 가시화가 가능하다. List file 은 가독성과 프로그래밍 가독성이 높으며 일반적인 해석 결과 데이터에 비해 그 크기가 매우 작다. 이러한 특징은 경량화, 저 사양화된 통합 엔지니어링 데이터의 생성이 가능해 지는 것을 말한다. 가시화를 위한 방법으로 본 연구에서의 제안 형식인 1·2 차 곡면에 대한 exact geometry 표현과 고차, 자유 곡면에 대한 trimmed NURBS 표현을 적용하여 보다 간결하고 고속의 삼각화가 가능해진다. 경량화되고 고속화된 통합 엔지니어링 데이터는 웹 기반 데이터 베이스 구축에 큰 장점을 가질 것을 기대되며 PDA 단말기 등과 같은 모바일 기기용 프로그램에도 적합할 것을 기대 된다.

### 6. 감사의 글

본 연구는 산학공동기술개발지원사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 서울지방중소기업청과 (주)비투젠에 감사를 드립니다.

### 참고 문헌

1. 조성욱, 최영, 권기억, "엔지니어링 웹서비스를 위한 설계 및 해석 프로세스 통합," 한국정밀공학회지, 2004 May, 224-224, 2004.
2. 양상욱, 최영, " 모바일 장치에서의 가시화를 위한 경계 기반 삼각화," 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 12, 413-421, 2007.
3. 김철한, 김진홍, "엔지니어링 데이터베이스를 위한 제품 데이터의 모델링," 한국전자거래학회, 1, 93-116, 1996.