

해석 데이터 폭주 문제에 대한 대처

박혜인 _ 신기훈 _ 서울과학기술대학교 기계·자동차공학과 _ shinkh@snot.ac.kr

작년 11월 Tecplot 사의 최고 기술 책임자(CTO) Scott Imlay 박사는 회사의 본사가 있는 워싱턴 주 벨뷰(Bellevue)에서 슈퍼 컴퓨팅 2011 컨퍼런스가 열렸던 시에 틀까지 짧은 여행을 하였다. 동료 시뮬레이션 전문가와 대화 도중, 그의 고객 한 명이 "수만가지의 시뮬레이션을 실행하고 있다."는 이야기를 우연히 듣게 되었다. 그 숫자는 익숙하지 않은 사람들에게는 놀라울 정도이지만, 그에게는 전혀 놀라운 사실이 아니었다.

"몇몇 고객들은 수십만가지 시뮬레이션의 실행을 언급한다."고 그는 얘기한다. 그렇게 멀지 않은 과거에는, 제조업체들이 설계 검증을 위해 발포 코어(form core), 점토 그리고 플라스틱으로 만들어진 개념 모형을 구축하고 파괴하는 것 외에는 선택의 여지가 없어, 단지 소수의 시뮬레이션만을 수행하였다. 결국 아이팟(iPod)의 새로운 도킹 스테이션 혹은 스포츠 유틸리티 차량과 같은 경우, 설계 검증을 위해 10,000 개 정도의 모형을 만들고 부수는 것은 경제적인 측면에서 실현 불가능하다. 하지만 물리적 모형으로부터 디지털 모형으로의 전환이 이러한 작업들을 바꾸게 되었다. 적당한 수준의 하드웨어와 소프트웨어를 이용하여, 설계회사들은 픽셀로 만들어진 디지털 모형을 별 어려움 없이 반복적으로 가상공간에서 분해하고, 늘리고

충돌시키고, 그리고 볼에 그슬리고 등을 할 수 있다. 이러한 시험을 위하여 실제 실험실을 가지고 있을 필요가 전혀 없다. 가상공간인 데스크탑 워크스테이션에서 바로 이러한 시험들을 수행할 수 있다. 마치 그들이 소비한 시간들을 보상받기라고 하듯, 엔지니어들은 수십, 수백, 수천가지의 시뮬레이션을 다양한 변형설계에 동시에 적용하여 수행하고 있다.

5~10 번 정도의 낙하테스트 잔해들을 검토하여 이것들로부터 합리적인 추론을 이끌어 내는 것은 쉬운 일이다. 하지만 수십만가지의 유한요소해석 시험으로부터 얻어지는 디지털 출력들을 정렬, 저장, 처리 및 분석하는 것은 인간 능력의 범위를 벗어나는 것이다.

AutoDesk 사의 SIM 그룹의 일원인 Bob Williams 는 "시뮬레이션 데이터의 관리는 현재 가장 주목받는 주제 중의 하나이다."라고 얘기한다.

시뮬레이션을 PLM 전략의 한 부분으로 다루고, PDM 시스템에서 시뮬레이션 정보를 저장해야 하는가? 비즈니스 프로세스처럼 당신은 시뮬레이션을 관리할 수 있는가? 가장 좋은 방법은 무엇인가? 현재 가장 좋은 템플릿으로 간주하여 당신이 따라 할 수 있는 일련의 작업흐름을 제시할 수 있는 전문가는 극히 드물다. 당신이 할 수 있는 최선은 "아무것도 하지 않는 것

이다"라고 Williams는 말한다.

내용 및 문맥

시뮬레이션 데이터 폭주라는 이슈는 아래와 같이 2가지로 잡혀지고 있다.

1. 업계에서 위 문제를 참조하기 위해 약어를 사용하기 시작하였다. 시뮬레이션 데이터 폭주 문제는 이미 SDM(Simulation Data Management, 시뮬레이션 데이터 관리)과 SLM(Simulation Lifecycle Management, 시뮬레이션 수명주기 관리)이라는 2개의 경쟁적인 약어를 만들어 내었다.
2. 이 문제를 강조하기 위해 한 애널리스트가 보고서를 작성하였다. PLM 업계를 면밀히 모니터링하고 있는 회사인 CIMdata는 SLM 관련 문제들을 이제는 본격적으로 다루어야 할 시점이라고 생각하고 있다. 그 결과물로 2011년 7월 Dassault Systems에 의해 부분적으로 보증된 "시뮬레이션 수명주기 관리(Simulation Lifecycle Management)"라는 보고서가 발간되었다.

CIMdata 사의 시뮬레이션 및 해석 부문 매니저인 Keith Meintjes 박사는 문제의 쟁점을 다음과 같이 지적하고 있다. 시뮬레이션 프로젝트를 수행하고 있는 개개인의 엔지니어 들은 현재 그들이 어떤 작업을 수행하고 있는 지는 알고 있지만, 만약 그들이 6개월 전에 어떤 작업을 수행 했는 지 구체적으로 질문 받게 된다면 아마 그들은 확답을 못할 것이다. 문맥(context) 및 근거(nationale)가 누락된 것이다.

대부분의 시뮬레이션 소프트웨어 패키지들은 원래 당면한 설계 문제에 대한 해답을 주기 위해 개발되었다. "3시간 연속적으로 휴대폰을 사용하여 배터리가 과열되면 디스플레이 화면에 어떤 문제가 발생할까?" 와 같은 열-전기 해석문제 혹은 "새롭게 설계된 카터터(체내에 삽입하여 소변 등을 뽑아내는 도관) 안에서

식염수는 어떤 영향을 미칠까?" 와 같은 전산유체역학 문제 등이 대표적인 예들이다. 대부분의 시뮬레이션 소프트웨어 패키지들은 이런 문제들에 대해서 잘 대응할 수 있지만, 수만가지의 해석 작업으로부터 발생하는 출력 데이터들을 저장, 관리 및 비교하는 일은 그들의 전문분야가 아니다. 만약 이러한 패키지들이 관리 툴을 가지고 있다면 대부분 나중에 추가된 기능 들일 것이다. 즉 이러한 일들은 그들의 주된 업무가 아니다.

설계를 재사용하기 위해 엔지니어들은 이전 설계의 문맥을 알아야 한다. 만약 문맥이 빠져 있을 때, 그것을 파악하는 것은 매우 힘든 일이기 때문에 엔지니어 들은 기존의 설계를 재사용하기 보다는 예외 없이 새로운 설계를 만들려고 할 것이다. Meintjes 박사는 새로운 차량에서의 자동차 경적(horn) 재사용과 관련되어 아주 많은 비용이 들었던 사건을 기억하고 있다. 원래 설계에서 자동차 경적의 설치 방향이 기록되어 있지 않아, 새로운 차량에서는 다른 설치로 누수 및 부식이 발생하여 100% 실패한 경험이 바로 그것이다.

시뮬레이션에 있어 문맥의 부족은 엔지니어들로 하여금 새로운 메쉬 모델을 다시 만들고 각종 스펙들(재질, 하중, 압력, 고정 유형 등)을 다시 작성하여, 이미 다른 사람이 6개월 전에 수행했던 작업을 되풀이 하게 한다. 디지털 시뮬레이션이 일상적으로 수행되는 비즈니스에서 시뮬레이션의 반복적 수행은 의사결정의 지연 뿐만 아니라 이전의 컴퓨팅 리소스들과 시간 들을 정체시켜 버린다. 예로 밸브가 충분히 넓은 지 검증하기 위해 엔지니어가 이미 수행한 CFD 테스트에 대해서 아무도 모르고 있다면, 똑 같은 테스트가 반복적으로 수행될 것이고 설계 팀은 24~48 시간 동안 아무것도 하지 못하고 모든 작업이 보류될 것이다.

Meintjes 박사는 "당신이 프로세스와 결과를 관리할 필요가 있다"고 말한다. 당신이 정확한 형상과 재료 특성 등을 사용하고 있는 지 확인하기 위해, 당신은 데이터의 출처(예로 메쉬모델 생성을 위해 사용된

CAD 모델)를 알아야 한다. 시뮬레이션이 어떠한 설계문제와 성능평가를 다루었는지 등의 데이터 문맥 또한 당신은 이해해야 한다.

선택적 저장소

Williams 는 당신이 필요로 하는 시뮬레이션 조건을 재현하기에 충분한 데이터를 저장함에 있어 면밀히 균형을 유지할 것을 제안한다. 당신이 어쩔 줄 몰라 할 정도로 너무 많은 데이터를 저장하지는 말라고 얘기한다.

Williams는 메타데이터(재료 물성, 하중, 기본 형상 등) 만을 저장하는 경우, 다른 하드웨어와 소프트웨어 버전을 이용하여 동일한 시뮬레이션을 수행할 경우 동일한 해석결과가 얻어진다고 보장할 수 없다는 단점이 있다고 지적한다(아마 더 나은 하드웨어와 해석 코드로 인해 더 나은 해석 결과를 얻을 것이다).

공식적인 접근법은 Autodesk Vault와 같은 PDM을 이용하여 해석 세션으로부터 생성된 데이터를 색인 및 아카이브 하는 방법이다. 시뮬레이션 작업과 관련된 파일들을 확인하고 이들에 노트나 주석을 추가할 수 있으며, 시뮬레이션 파일과 작업등을 관리함으로써 설계자들과의 소통을 원활히 할 수 있다.

또 다른 방법은 Dassault Systmes 의 SIMULIA SLM 과 같은 전용 시뮬레이션 수명주기 관리 프로그램을 사용하는 것이다. 이 제품은 ENOVIA PLM에 시뮬레이션 관리 기능을 추가한 것이다.

누가, 무엇을, 언제, 어디서, 왜

시뮬레이션 데이터를 보다 잘 관리하기 위해 엔지니어들은 일련의 결과 (설계가 실패하는 온도 및 변형 과정을 보여주는 애니메이션 파일) 뿐만 아니라 저널 리스트들이 항상 요구하는 5가지 W(Who, What, When, Where, Why)를 필요로 한다. 누가 시뮬레이션을 수행했는가? 어떤 종류의 시뮬레이션이 수행되었는가? 언제 혹은 설계사이클의 어떤 단계에서 시뮬레이션이

수행되었는가? 어디서부터 형상, 재료물성 및 하중 조건이 유래되었는가? 아마 가장 중요하게는 왜 시뮬레이션이 수행되었는가?

"이력의 추적성은 매우 중요하다."고 지멘스 PLM 소프트웨어의 시뮬레이션 제품 마케팅 이사인 S. Ravi Shankar는 말한다. 엔지니어 및 시뮬레이션 전문가 뿐만 아니라 회사내의 많은 사람들이 CAE 프로그램들이 생산해내는 지식들에 대한 접근을 필요로 하고 있다. 그들로 하여금 시뮬레이션 전문가가 되지 않고도 더욱 접근을 용이하게 하는 방법은 무엇인가? Shankar 가 제안하는 논리적인 대답은 PLM 시스템 안의 시뮬레이션 데이터를 관리하는 것이다.

지멘스 PLM의 데이터 관리 소프트웨어인 Teamcenter는 메쉬 모델, 재료 물성 및 결과 파일 등의 시뮬레이션 데이터를 관리할 수 있도록 해준다. Teamcenter를 이용하면 CAE 데이터를 인식할 수 있도록 데이터 모델을 강화시킬 수 있다. 데이터 모델은 Teamcenter로 하여금 유한요소메쉬 혹은 하중 등의 CAE 데이터를 캡처할 수 있도록 해 줄 뿐만 아니라, 다양한 형태의 CAE 와 설계 데이터 사이에 적절한 관계를 설정할 수 있도록 해준다. Teamcenter 환경으로부터 솔버(solver) 혹은 사전 처리 프로그램 등의 시뮬레이션 어플리케이션을 실행할 수 있도록 설정할 수 있다. 그리고 결과 및 보고서는 기존 데이터에 대한 적절한 링크와 함께 Teamcenter에 다시 저장된다. 이렇게 함으로써, 미래에 다른 사람들이 어떤 버전의 설계에 어떤 작업이 실행되었는지, 결과는 어떠한지 그리고 그 결과로 인해 설계가 변경되었는지, 또한 누구에게 통보되었는지 등을 알수 있게 해준다.

숫자의 힘

디지털 시뮬레이션 성장의 또 다른 징후는 사용자들이 한번에 하나의 시나리오를 처리하던 것으로 부터 동시에 여러가지 시나리오를 고려하는 것으로 바뀌고 있다는 것이다. Dassault Systmes의 Isight의 최

신 버전인 Isight5.6은 수십만가지의 시뮬레이션 실행을 자동화하기 위해 설계자, 엔지니어, 그리고 연구자들에게 다양한 CAD, CAE 그리고 다른 응용 소프트웨어로부터 생성된 설계 및 해석 모델들을 통합할 수 있는 개방 시스템을 제공하고 있다. Isight는 실험계획법 및 6 시그마 설계와 같은 통계적 방법을 이용하여 성능 및 비용을 최적화하여 제품을 향상시키고 시간을 절약할 수 있도록 한다.

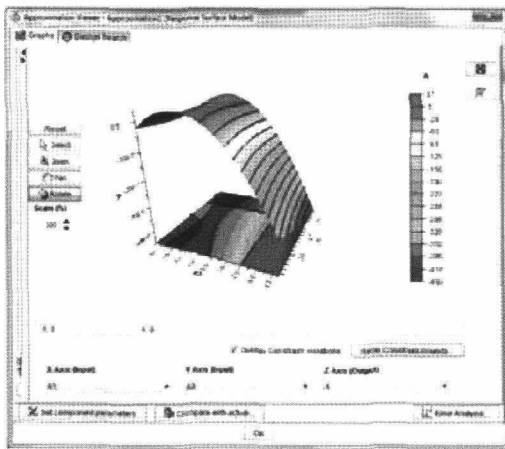


그림 1. Dassault Systmes의 Isight5.6은 사용자가 수십만가지의 시뮬레이션 실행을 자동화할 수 있도록 해준다.

이상현상의 파악

기술은 수만가지의 시뮬레이션 작업을 자동화할 수 있지만, 해석결과를 스캔하고 검토할 때, 패턴에서 이상현상을 파악하는 능력은 인간의 눈보다 별로 나은 것이 없다고 Tecplot사의 Imlay 박사는 믿고 있다.

Tecplot 사의 최신 제품인 Tecplot Chorus는 동시에 한 화면에 여러 개의 해석 결과를 보여 주며, 이상현상을 파악할 수 있도록 해준다.

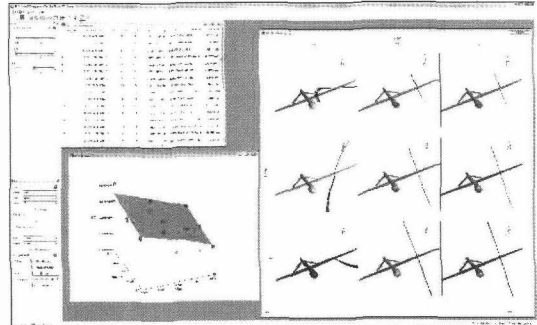


그림 2. Tecplot Chorus는 한 화면에서 일련의 시뮬레이션 세션들을 비교, 대조, 검사할 수 있도록 해준다.

Imlay가 제안하는 방법은 원래의 데이터는 그대로 두고 비교 및 진단을 위한 메타데이터(독립 변수 및 해석 세션으로부터의 출력물을 표현할 수 있는 그래픽 표현)를 추출하는 것이다. 향후 Tecplot 사는 FEA 및 CFD 결과로부터 이상현상을 파악하는 기능을 자동화 할 계획이다. 하지만 현재로서는 사용자들을 이러한 이상현상의 파악에 포함시켜 그들이 시간을 절약할 수 있도록 하는데 초점을 맞추고 있다.

해석결과의 분석

관리된 시뮬레이션 데이터는 경쟁에서 우위가 될 수 있지만, 관리되지 않은 데이터는 엄청난 부채가 될 수 있다. 몇 년 전에는 단지 영웅적인 몇몇의 개인적인 노력을 제외하고는, 극소수의 해석만이 학문분야를 서로 넘나들었다. 시뮬레이션 엔지니어들은 서로의 목표를 추구함에 있어 서로 경쟁한다. 예로 자동차의 차체강성, 핸들링 및 소음 vs. 충돌 시의 에너지 흡수 등은 서로 상충되는 목표들이다. 현재 우리는 다학문분야 최적화를 통하여 동시에 이들 요구사항들의 균형을 맞추는 방법들을 배우고 있다.

시뮬레이션이 설계 검증 및 설계 최적화를 위해 필수적인 부분이 됨에 따라, 이 분야가 논쟁거리 및 골치거리의 원천이 되고 있다. 이상적으로 SLM 시스템

●●● 국내외 CAD/CAM 뉴스

을 통하여 우리는 시뮬레이션 결과를 시간 순으로 기록하고, 보관하며, 다시 불러올 수 있다. 또한 각각의 시뮬레이션 수행으로는 얻을 수 없는 지식들을 누적 결과의 활용을 통하여 추출하는 것이 가능해졌다. 이것이 우리가 시뮬레이션 데이터 관리를 필요로 하는 이유인 것이다.



본 원고는 서울과학기술대학교 신기훈 편집위원이 www.deskeng.com의 Analysis/Simulation에서 부분적으로 발췌하였음.(2012년 2월1일 소식)