

# 슈퍼컴퓨터를 활용한 공학 시뮬레이션 자동화에 관한 연구

## A Study on the Automom of Engineering Simulations using Supercomputer

김 명 일\*, 김 재 성\*, 이 상 민\*  
한국과학기술정보연구원\*

Kim myung-il\*, Kim jae-sung\*, Lee sang-min\*  
Korea Institute of Science and Technology  
Information\*

### 요약

자동차, 선박, 기계부품 등의 분야에서 고성능 컴퓨터를 활용한 공학 시뮬레이션 기술은 이미 널리 활용되고 있으며, 바이오, 나노 뿐 아니라 금융 분야까지 확대되고 있는 추세이다. 공학 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 CFD(Computational Fluid Dynamics), 기계구조, 병렬수치해석 등에 대한 고급 지식이 요구되는데, 이로 인해 산업체에서의 활용이 활발하지 못한 것이 현실이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 하나의 대안으로 공학 시뮬레이션 프로세스의 자동화 기술이 등장했으며, 열유체, 피로내구, 진동, 충돌 등의 분야에서 특정제품이나 기술에 대한 시스템이 제안되었다. 국내에서는 에어포일(airfoil), 팬(fan), 기어(gear) 등의 제품이나 주조 기술에 대해 공학 시뮬레이션 자동화가 시도되었다. KISTI에서는 축류팬(axial fan) 시뮬레이션 자동화에 대해 프로토타입 시스템을 구축하였으며, 현대차에서는 자동차 부품에 대한 시뮬레이션 자동화 시스템을 구축하여 활용하고 있다. 미국 OSC(Ohio Supercomputer Center)의 경우 용접기술에 대한 시뮬레이션 자동화 시스템을 웹상에 구축하여 서비스를 오픈하였으며, 현재 전 세계 200여 기업이 이용하고 있다. 공학 시뮬레이션 자동화 기술이 보다 발전하기 위해서는 시뮬레이션 결과의 신뢰성, 적용 가능 분야 및 제품의 확대, 데이터보안 등이 확보되어야 한다.

## I. 서론

제품 및 기술개발 활동에 있어 설계단계는 최종 완제품 및 기술의 성능을 결정하는 매우 중요한 과정이다. 또한 설계 단계에서의 오류는 시제품 제작과 테스트 과정을 통해 발견할 수 있으며, 이를 해결하기 위해서는 설계변경, 시제품제작, 테스트 과정을 반복해야 하므로 많은 시간과 비용이 소요된다. 따라서 이러한 시행착오를 최소화할 수 있는 저비용/고효율의 개발 방법에 대한 필요성이 부각되면서 고성능 컴퓨터를 활용한 공학 시뮬레이션이 주목받고 있다[1].

공학 시뮬레이션은 기상, 우주, 물리, 화학 등 순수 과학분야에서 널리 활용되고 있으며, 최근에는 기계, 바이오, 나노 등 그 활용범위가 확대되고 있다. 또한 공학 시뮬레이션을 위한 다양한 분야의 상업용 소프트웨어의 발전과 더불어 기존의 과학분야의 활용에서 벗어나 산업체에서의 활용이 급격히 증가하고 있는 추세이다. 그러나 아직까지는 대기업이나 중견기업과 같이 고급 연구인력과 자금이 비교적 충분히 확보된 경우에 한하여 활용되고 있는 실정이다. 공학 시뮬레이션을 효과적으로 수행하기 위해 필요한 CFD, 기계구조, 병렬수치해석 등 고급 지식은 중소기업 등으로의 활용 확대를 저해하는 요소이다. 또한 UNIX 및 LINUX 환경에 익숙하지 않은 Windows 세대의 연구 개발자들에게는 쉽고 편리한 활용 시스템의 부재도 하나의 장벽이 될 수 있다.

이러한 문제들을 해결하기 위해 최근 공학 시뮬레이션 관련 고급 지식이 없어도 연구개발자가 쉽고 편리하

게 제품을 설계하고, 성능을 검증할 수 있는 공학 시뮬레이션 자동화 기술이 등장하고 있다. 국내에서는 에어포일, 팬, 기어 등의 제품이나 주조 기술에 대해 공학 시뮬레이션 자동화가 시도되었으며, 국외에서는 용접 시뮬레이션이 자동화 되어 서비스가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 공학 시뮬레이션 자동화 기술을 소개하고, KISTI에서 개발한 팬 시뮬레이터를 중심으로 개발 및 활용 사례에 대해 논의한다. 결론에서는 공학 시뮬레이션이 발전하기 위한 제언으로 논문을 마무리한다.

## II. 슈퍼컴퓨터 활용 공학 시뮬레이션 자동화

### 1. 공학 시뮬레이션 자동화 기술

공학 시뮬레이션이 자동화되기 위해서는 크게 제품형상설계 부분과 시뮬레이션 부분이 자동화되어야 한다. 제품 형상설계 부분은 사용자로부터 제품 형상설계에 필요한 파라미터 값을 받아 형상 설계에 필요한 점 데이터를 획득한 표면을 생성하는 것이다. 이때 표면 데이터를 생성하기 위해서는 CATIA, SolidWorks, Rhino3D 등과 같은 상용 3D CAD 프로그램을 사용하거나, FreeCAD, OpenCASCADE 등과 같은 오픈소스 CAD 프로그램을 활용할 수 있다. 시뮬레이션 부분은 다음과 같이 모델생성, 공학해석, 후처리의 3단계로 구분할 수 있다.

- 모델생성 : 공학해석을 위한 격자를 생성하는 단계로, CADThru, Tgrid, Turbogrid, StarCCM+ 등과 같은 상용 프로그램을 활용하거나, enGrid,

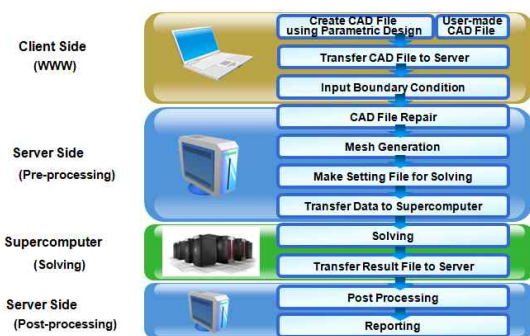
*snappyHexMesh*와 같은 오픈소스 격자 생성 툴을 활용하여 자동으로 격자를 생성

- 공학해석 : 사용자로부터 입력받은 해석조건과 생성된 모델을 활용하여 슈퍼컴퓨터에서 해석을 진행할 수 있으며, 그 용도에 따라 *Fluent*, *CFX*, *SC/Tetra*, *OpenFOAM* 등과 같은 열유체 해석 솔버(solver)나 *Abaqus*, *LS-Dyna*, *Ansys* 등과 같은 기계구조 해석 솔버를 활용
- 후처리 : 솔버로부터 생성된 해석결과를 활용하여 각 솔버에 따른 후처리 도구를 사용하거나 *ParaView* 등을 활용하여 이미지, 동영상 등의 가시화 데이터를 생성

위의 과정에서 모델생성은 시뮬레이션 결과의 품질을 결정하는 중요한 단계이다. 격자생성 과정에서 해당 제품이나 기술의 전문가 노하우가 반영되어야 하며 격자의 수나 생성 방법에 따라 해석시간, 결과의 정확성 등이 결정될 수 있다. 이러한 공학 시뮬레이션 프로세스의 자동화 기술 이외에도 데이터마이닝을 이용한 성능예측과 파라미터를 활용한 최적화 기술이 있다. 데이터마이닝 기술은 많은 수의 해석 결과 데이터와 사용자 입력 파라미터를 활용하여 별도의 추가 해석 없이 다중회기분석이나 신경망 분석 등을 통해 제품의 성능을 예측한다.

## 2. 공학 시뮬레이션 자동화 사례

KISTI는 웹기반의 슈퍼컴퓨터 활용 축류팬 시뮬레이터를 개발하였다[2]. 그림 1과 같이 웹을 통해 축류팬 설계 파라미터와 해석 조건을 사용자로부터 입력받은 후 서버에서 축류팬 형상을 자동으로 생성한다. 그 후에 슈퍼컴퓨터에서 열유체 해석을 수행하며, 그 결과를 서버로 전송하여 후처리 및 리포트 생성 작업을 수행한다. 사용자는 시뮬레이션 종료 후 P-Q 곡선, 압력 등의 결과를 확인할 수 있다.

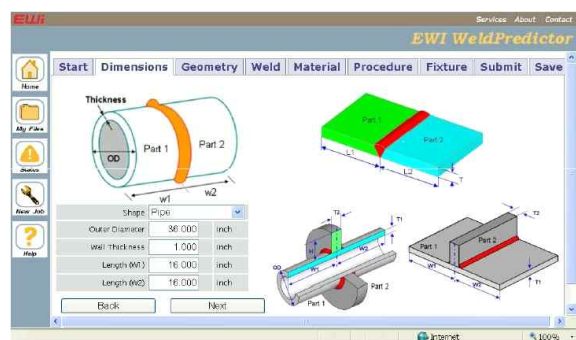


▶▶ 그림 1. 축류팬 시뮬레이터의 동작 과정

국내의 고성능 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 자동화 사례로는 KITECH의 웹기반 구조해석 시스템인 'Cyber Engineer U24', 엔진룸 냉각, 카울(cowl) 현상, 연료탱크 슬로싱(sloshing) 해석을 자동화한 현대차의 프레임워크 기반 해석 자동화 시스템 등이 있다. 현대차 선행연구보고서에 따르면 해석 자동화 시스템을 활용할 경우

제품 개발에 필요한 시간 및 비용을 83%까지 절감할 수 있는 것으로 나타난다.

국외의 대표적인 해석 자동화 서비스로는 OSC와 EWI(Edison Welding Institute)가 공동으로 개발한 *eWeldPredictor*가 있다[3]. *eWeldPredictor*는 용접 기술에서 가장 널리 활용되는 아크용접(arc welding)을 웹상에서 자동으로 시뮬레이션 할 수 있도록 개발되었다. 그림 2와 같이 파이프, T-파이프, 플레이트, T-플레이트의 4가지 타입의 용접을 지원하며, 다양한 용접기술과 용접재료를 선택할 수 있어 현재 전 세계 200여 기관에서 활용하고 있다. 해석을 위한 솔버로 *Abaqus*를 활용하였으며, OSC의 슈퍼컴퓨터에서 동작하여 한 번의 시뮬레이션이 1분 이내에 완료된다.



▶▶ 그림 2. OSC와 EWI의 *eWeldPredictor*

## III. 결론

고성능 컴퓨터를 활용한 공학 시뮬레이션은 제품개발에 있어 시행착오를 줄여 개발에 소요되는 시간과 비용을 절감할 수 있는 효율적인 방법이다. 또한 공학 시뮬레이션의 자동화는 높은 수준의 지식이 부족한 설계자가 쉽고 편리하게 공학 시뮬레이션을 수행할 수 있도록 지원한다. 향후 해결과제로는 해석결과에 대한 신뢰성 향상, 적용 가능한 분야 및 제품군의 확대, 데이터보안 강화, 확장성 확보 등이 있다.

## ■ 참고 문헌 ■

- [1] 장진규, 박동배, 이선영, 박진우, 손상학, 김민희, "슈퍼컴퓨팅 산업체 활용 지원 기획연구," 한국과학기술정보연구원 위탁연구보고서, 2008
- [2] Myungil Kim, et al., "Web-based Axial Fan Simulator using Supercomputer," The 2009 International Conference of Parallel and Distributed Computing, Vol.1, No.1, pp.780-783, 2009
- [3] Yu-ping Yang, et al., "Online Software Tool for Predicting Weld Residual Stress and Distortion," ASME Conference Proceedings, Vol. 6, pp.279-288, 2008