

중소·중견기업을 위한 사용자 친화형 웹 기반 ezSIM 플랫폼 개발

윤태호 · 박형욱 · 손일엽 · 황재순 · 서동우[†]

한국과학기술정보연구원 가상설계분석실

User-friendly Web-based ezSIM Platform Development for SMBs

Tae Ho Yoon, Hyungwook Park, Ilyoup Sohn, Jae Soon Hwang, and Dongwoo Seo[†]

Department of Supercomputing Modeling & Simulation, Korea Institute of Science and Technology Information

Received 16 September 2014; received in revised form 3 December 2014; accepted 3 December 2014

ABSTRACT

Structure and/or fluid analysis is gradually increased by an essential design process in the small and medium-sized businesses (SMBs) because of the needs for a rapid design process and the certification about the supplement of the parts by the large business (LB). In this paper, we developed the web-based ezSIM platform installed in the resources integrated system server. The ezSIM platform is based on the heterogeneous linux and windows operating system for the user-friendly connection with the part of the analysis for the SMBs. The procedure of the structure/fluid analysis service module using the public software and the license-free open code in the ezSIM platform was explained. The convenience of the ezSIM platform service was presented by the reaction rate of the graphic motion compared with that of a local PC and the solving and pre-post processing interface compared with that of the KISTI supercomputer. The web-based ezSIM platform service was identified as a useful and essential platform to the SMBs for the usage of the structure and/or fluid analysis procedure.

Key Words: ezSIM, Fluid analysis, Small and medium-sized businesses, Structural analysis, Web-based

1. 서 론

공학해석, 특히 구조 및 유체해석은 대기업뿐 만 아니라 중소·중견기업에서도 제품 납품을 위한 인증 절차의 강화 및 개념설계에서 상세설계로 진행되는 프로세스에서의 시간 단축을 위해 시험과 함께 필수 절차로 활용되고 있다.

현재 국내에서 활용되는 해석 소프트웨어로는

ABAQUS^[1], ANSYS Mechanical^[2], LS-DYNA^[3] 등의 구조해석과 FLUENT와 CFX가 포함된 ANSYS CFD^[4], STAR-CD^[5] 등의 유체해석 소프트웨어가 있으나 대부분 외산으로 전·후처리 및 단일 솔버의 라이선스 비용이 크고 범용의 해석 분야를 지원하기 때문에 특화된 분야에만 중점을 두는 중소·중견기업 입장에서 해당 소프트웨어의 도입뿐 만 아니라 매년 지불해야 하는 유지보수비에 대한 부담이 크다^[6]. 정밀 물리모사 및 시간 대비 비용 절감을 위한 병렬 솔버 라이선스로 확대 시는 비용 부담이 더욱 가중되므로 대기업 외 해

[†]Corresponding Author, seodongwoo@kisti.re.kr
©2015 Society of CAD/CAM Engineers

석 비용에 많은 투자를 할 수 없는 중소·중견기업의 경우는 설계 절차에서 해석의 활용 자유도가 상당히 떨어질 수 밖에 없다.

비용구조가 비싼 상용 소프트웨어 대비 구조/유체 해석 문제에 대해 무료 혹은 적은 비용으로도 적합한 결과 도출이 가능한 오픈 소스 기반 코드로는 대표적으로 Code_Aster^[7]의 구조해석 솔버와 OpenFOAM^[8]의 유체해석 솔버, Salome^[9]의 전·후처리기의 연계를 통한 해석 적용 방법이 유럽을 중심으로 점차 활성화되고 있다^[10]. 그러나 오픈 소스 기반 코드의 경우 라이선스 비용이 발생되지 않지만 중소·중견기업에서 직접 해당 소스들을 활용한 플랫폼을 구성하기가 쉽지 않다.

해석 모델링의 정밀도 향상 및 최적설계를 위해서는 병렬컴퓨팅을 활용한 해석기술이 필요한데 중소·중견기업의 설계자가 병렬컴퓨팅을 활용할 수 있는 방법으로는 과학기술정보보호의회(ASTI)^[11]의 회원으로 등록한 중소·중견업체의 해석지원 요청과 해석 전문가의 매칭 서비스나 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 슈퍼컴퓨팅 해석 서비스^[12]를 이용할 수 있다. ASTI를 통한 모델링 및 시뮬레이션 서비스의 경우 지원 대기가 많을 수 있으며, KISTI 슈퍼컴퓨터는 솔버만을 지원하고 있어 자체적으로 전·후처리는 확보하고 있어야 해석용 입력 파일을 통한 해석 결과 확보가 가능하며 전·후처리와 해석 연계의 복잡한 사용 절차 및 Linux 시스템의 텍스트 기반 터미널 서비스로 인해 이마저도 접근하기가 어려운 실정이다.

중소·중견기업의 제품 생산 향상을 위해서는 설계프로세스의 시간 단축화가 필수적이다. 이를 위해 해석과정과 연계된 CAD 형상과 CAE 해석을 위한 형상 및 데이터의 인터페이스를 효율적으로 처리하도록 CDF^[13]나 HDF^[14] 등의 과학적 데이터에 대해 데이터베이스(Database; DB)를 적용한 방법이 제시되기도 하였다. 설계-해석 데이터의 연동 기능은 제품의 최적 설계를 위한 형상 및 비행상 데이터의 변경점을 자동 반영할 수 있도록 하는 자동화 툴로의 개발을 필요하게 만들었고, 중소·중견기업에서는 신속하게 제품 설계에 적용할 수 있는 해법을 위해 해석 기반 서비스 플랫폼 개발 필요성이 점차 대두되고 있다.

국외에서는 대표적으로 독일 Simscale^[15]에서 오픈 솔버인 Code_Aster 등을 사용해 웹 기반 GUI 환경에서 구조 및 유체 해석 시뮬레이션의 유료

서비스를 시행하고 있는데, 아직까지 국내에서 웹 접속 시 모델링의 전·후처리의 경우 그래픽 처리 속도 문제로 사용상 불편함이 있어 보인다.

국내의 경우, 생산기술연구원에서 주로 구조, 사출, 열처리 등에 특화된 웹 기반 자동화 툴 방식의 서비스를 보급하고 있으며^[16], 기계연구원에서는 상용소프트웨어인 NASTRAN과 PDM을 연계해 웹 기반의 구조해석에 한정된 자동화 플랫폼 구현을 제시하기도 하였는데 대부분 특정 상용소프트웨어를 이용한 자동화 연계 서비스에 한정해 지원하고 있다^[17]. KISTI에서는 중소·중견기업에 한정된 병렬컴퓨팅 직접 지원을 위해 슈퍼컴퓨터 이외에 원내 산재되어 있던 자원을 재활용하여 자원통합시스템을 구축하고 상용소프트웨어를 사용한 간단한 해석 도출에 대한 웹 기반의 ezSIM 플랫폼의 적용 테스트를 수행하였다^[18,19].

본 논문에서는 해석 프로세스의 단순화 구조인 설계-해석 연계 서비스 모델을 탑재한 중소·중견기업을 위한 사용자 친화형 웹 기반 ezSIM 플랫폼의 구조를 제시하였다. 또한 상용 소프트웨어뿐만 아니라 오픈 소스 기반 코드가 간편한 GUI 환경에서 신속한 병렬컴퓨팅 계산 서비스 모델임을 설명하였다. 따라서 중소·중견기업을 대상으로 한 웹 기반 ezSIM 플랫폼은 전·후처리의 웹 기반 적용 효율성과 KISTI 슈퍼컴퓨터 대비 사용자 편의성을 모두 확보하고 있음을 제시 하였다.

2. ezSIM 플랫폼 구현

2.1 자원통합시스템 구축

중소·중견기업에 대한 직접 접속 해석지원 서비스를 위해 KISTI에서 보유하고 있던 유휴 두 종의 서버 자원인 Fig. 1의 서버를 기준으로 Fig. 2와 같이 자원통합시스템을 구축하였다.



Fig. 1 Server of Resources integrated system

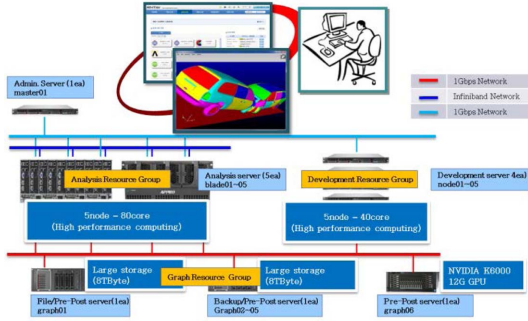


Fig. 2 Configuration of Resources integrated system

Table 1 Description of Resources integrated system spec.

Group	Component	Description
	Network (Gbps)	1
	Disk storage (TB)	8
	Backup storage (TB)	8
Administration Resource	CPU (GHz)	Xeon E5440 2.88*2ea
	Memory (GB)	32
	OS	Redhat Enterprise 6.3
	OS	Redhat Enterprise 6.3
Analysis Resource	CPU	E5-2670
	Memory (GB)	64
	Interconnect network	Infiniband
	OS	Redhat Enterprise 6.3
	Batch scheduler	SGE
Development Resource	Nodes	5 (80cores)
	CPU	Xeon E5440(1), Xeon E5345(4)
	Memory (GB)	32(1ea), 8(4ea)
	OS	Window
Graph Resource	Nodes	4 (32cores)
	CPU	E5-2640, X5570
	Memory (GB)	32(3ea), 16G(1ea), 48G(1ea)
	OS	Window/ Redhat Enterprise 6.3
	Nodes	6

Fig. 2에서 보면, Master01 노드는 관리 서버와 사용자 접속을 위한 웹 서버 및 파일 서비스 자원이다. Blade01~Blade05는 병렬해석 자원, Node01~Node05는 개별 계산자원이며 Graph01~Graph06

노드는 직접 노드 원격 접속 가능한 GUI 서비스로 솔루션을 위한 전·후처리 서비스를 제공하도록 구성되었다. 특히 Graph 서버의 경우는 원격 X-server를 통한 고속 그래픽 처리가 가능하도록 구현되었다.

Fig. 1의 서버를 활용한 Fig. 2에서의 자원통합 시스템 구성을 위해 Table 1과 같이 하드웨어 스펙으로 구성하였으며, 네트워크의 경우 Master 서버와 Blade 서버에 대해 Infiniband 네트워크로 연결하였고 Node 서버와 Graph 서버는 1 Gbps 네트워크 장비를 장착하였다. 자원통합시스템의 전·후처리를 위한 그래프 서버의 경우, 운영체제(OS)는 사용자별 사용 목적에 맞춰 리눅스와 윈도우 운영체제의 이중 소프트웨어를 설치하였는데, 이는 전·후처리에 대해 상용 소프트웨어의 경우 주로 윈도우 기반 OS에서 동작되고 있으며, 오픈 소프트웨어는 GNU 공중 사용 허가서(GNU Public License, GPL) 하의 사용이 확보되어야 하기 때문에 리눅스 시스템이 활용되었다. 해석 솔루션을 위한 개별 노드 내 병렬처리(SMP) 및 노드별 병렬처리(MPP) 접속에 대해서는 계산 노드인 리눅스 시스템에서만 제공되도록 자원통합시스템을 구성하였다.

2.2 ezSIM 플랫폼의 웹 접속 환경

ezSIM 플랫폼은 Fig. 3에서와 같이 서버와 사용자 간 접속을 위한 4단계 아키텍처로 구성되었으며, 구체적인 아키텍처의 세부 구현 내용을 상세하게 살펴보았다.

2.2.1 웹 기반 사용자 서비스 구현

웹 기반 ezSIM 플랫폼을 구성하기 위해 Master01의 로그인 로드에는 접속 레이어(access layer)로 PHP 웹 서비스를 위한 Apache 및 MySQL 소프트웨어를 설치하였다. 웹 기반 서비스를 위해 미들 레이어(middle layer)에서는 사용자 그룹, 사용자

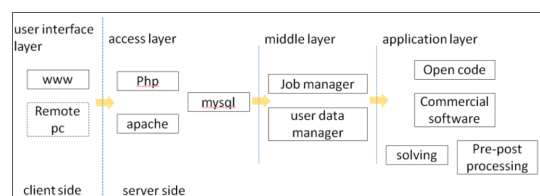


Fig. 3 The ezSIM platform architecture

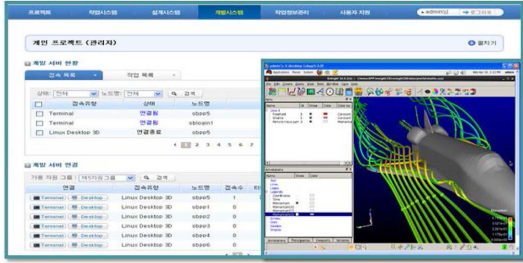


Fig. 4 The ezSIM graphic service

과금정책, 서비스 이력관리, 서비스 모니터링, 스케줄러인 SGE 라이브러리를 사용한 Job 스케줄 관리, 웹 파일 전송 서비스를 구성하였다. 응용 레이어(application layer)에서는 구조 및 유체해석을 사용자가 웹과 원격 접속으로 접근하여 수행할 수 있도록 전·후처리기 및 솔버를 수행할 수 있는 상용 소프트웨어 및 오픈 소스 기반 코드로 구성되어 있다. Fig. 4에서와 같은 사용자 3D 그래픽 소프트웨어 지원을 위한 X-server 기반의 시스템 원격 접속 처리 등 중소·중견기업의 사용자가 효과적인 웹 페이지 접속을 통한 전·후처리기의 서비스를 원활히 수행하기 위한 필요한 기능들을 확보하였다^[18]. 다만, 웹 기반 서비스 사용 전 전·후처리기를 사용하기 위한 VNC^[20]를 이용하기 때문에 그래픽 서버 접속 처리 시 개별 컴퓨터에 ActiveX를 통한 일부 소프트웨어의 설치가 필요해 완전 독립적인 웹 기반 서비스로는 한계가 있다.

그 외에 병렬처리용 MPI 라이브러리, 사용자별 특화 소프트웨어 개발 적용이 원활하도록 C++ 컴파일러 등을 포함해 ezSIM 웹 기반 플랫폼 서비스를 위한 기반 모듈이 갖춰지도록 하였다.

그리고 외부 중소·중견기업 사용자 서비스에 초점을 맞춘 웹 서비스이므로 시스템 보완 강화를 위해 웹 서비스를 위한 HTTP 프로토콜 이외의 포트는 제한되도록 구성하였으며, 원내의 IP를 통해서만 사용자 DB를 다룰 수 있도록 설정하였다.

2.2.2 웹 페이지 주요 기능

ezSIM 플랫폼의 웹 페이지 메뉴 항목은 Fig. 5의 상단에서 보는 것과 같이 프로젝트, 작업시스템, 설계시스템, 개발시스템 및 작업정보 관리와 사용자지원 항목으로 분류하였다. 우선적으로 Fig. 5와 같이 프로젝트 메뉴 항목을 선택하면 개별 사

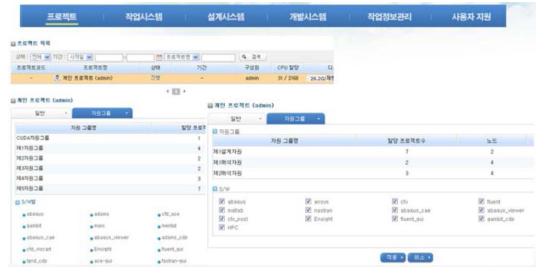


Fig. 5 Project menu in the ezSIM web service

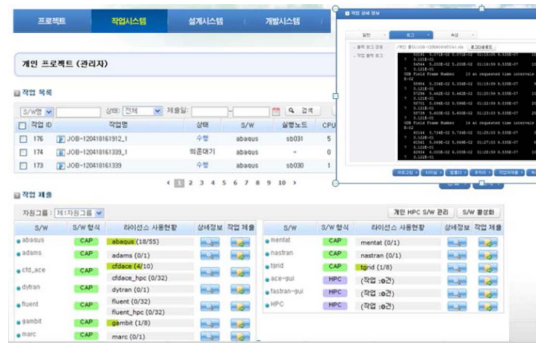


Fig. 6 Job system menu in the ezSIM web service

용자에게 사용 가능한 서버 수 및 cpu 수, 사용 가능 소프트웨어를 확인 가능하도록 상세한 안내가 되어 간편하게 접속 가능 상태에 대한 파악이 될 수 있도록 하였다.

Fig. 6의 작업시스템의 항목을 살펴보면 병렬처리 해석 S/W의 배치런(batch run) 작업의 자동 제출 기능을 포함하고 있으며, 스케줄러(scheduler)에 의한 자동 관리 기능, 후처리와의 자동 연동 기능을 포함하고 있다.

2.3 구조/유체 해석 모듈

ezSIM 플랫폼에는 구조 및 유체해석을 위해 라이선스 비용 및 유지 보수 비용이 드는 상용 소프트웨어 및 GPL 하에 자유롭게 사용할 수 있는 오픈 소스 기반 코드를 제공하게 하였다. 상용 소프트웨어는 많은 사용자층을 확보하고 있고 해석 결과에 대해 신뢰할 수 있어 해석 시 검증은 바로 활용할 수 있는 장점을 갖고 있다.

상용 소프트웨어의 경우 사용자가 동시에 많이 접속 하는 경우와 자유도가 큰 문제의 병렬 계산 처리 시 라이선스 비용의 부담이 크게 되나, 오픈 소스 기반 코드의 경우 접속 사용자 및 병렬 계산을 cpu 개수는 보유한 시스템의 자원에 의해서만

Table 2 Basic applicable softwares in ezSIM platform

Category	Software	Version
Commercial Software	ANSYS	15.0
	FLUENT	15.0
	Ensignt	.Dr
Open Source Software	Salome-Meca	7.3.0
	CodeAster	11
	OpenForm	2.3.0
	Paraview	3.14

제약되는 특징을 갖고 있어 중소·중견기업에서 소프트웨어 라이선스 비용의 부담으로 설계절차에서 해석에 대한 접근의 어려움을 해소할 수 있는 방안으로 제시될 수 있게 되었다.

상용 소프트웨어로는 Table 2에서와 같이 구조 및 유체 해석 등의 공학해석의 솔빙 및 전·후처리기를 수행할 수 있는 ANSYS Workbench를 사용할 수 있으며, 독립적으로 배치모드에서 수행할 수 있는 구조해석의 Mechanical APDL 모듈 및 유체해석의 Fluent 모듈이 포함되어 있다. 이는 ANSYS가 전 세계 범용 소프트웨어로서 국내 기업의 많은 사용자층을 확보하고 있으며, 타 범용 소프트웨어 대비 Workbench를 통해 전처리를 위한 간편한 GUI 기반 서비스가 강점을 보이기 때문이다.

오픈 소스 기반 코드로는 Table 2와 Fig. 7에서와 같이 구조해석 솔버의 Code_Aster 및 Salome-Meca로 전·후처리가 포함되도록 구성되었고, 유체해석의 경우는 전처리의 메쉬를 위해 상용 소프트웨어로 ANSYS를 사용하고, OpenFOAM의 솔버를 이용하고, Paraview의 후처리가 이용되게 하였다. 구조와 유체 해석 솔버로 구성된 Coad_Aster와 OpenFOAM은 유럽을 중심으로 많은 사용자층

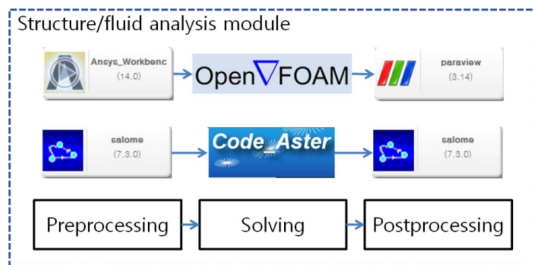


Fig. 7 Structures of Structure/fluid analysis module based on the open code solvers

을 확보하고 있으며 전·후처리를 위해 Salome의 연동 모듈 지원, Simescale 등에서 솔버로 사용하는 등 모듈 버전 개정도 전·후처리 연동 개발과 함께 활발히 이루어져 안정적인 해석 서비스 모듈이 가능할 것으로 판단되었다.

그리고 구조 및 유체해석 결과의 효과적인 가시화 서비스를 제공하기 위한 상용 소프트웨어로는 Ensignt^[21], 공개 소프트웨어로는 미국 Sandia 국립연구소에서 개발/배포한 Paraview^[22]가 추가적인 후처리용으로 제공되도록 하였다.

이와 같이 리눅스와 윈도우의 이중 시스템의 자원통합시스템과 웹 기반 동작 소프트웨어, 구조 및 유체 해석을 위한 상용 소프트웨어 및 오픈소스의 코드인 전·후처리 소프트웨어 및 솔버, 웹 기반 사용자 GUI 환경을 모두 통합해 ezSIM 플랫폼 서비스를 구성하였다.

3. 공학해석 절차 적용

ezSIM 플랫폼에서는 Fig. 8에서와 같이 사전 인 증 받은 중소·중견기업의 사용자 접속을 통해 ezSIM의 메인 페이지에 접속한 이후 다양한 공학 해석에 동일하게 적용할 수 있는 GUI 기반의 설계 모듈로부터 설계 데이터를 반영한 해석 모델링을 위해 상용 소프트웨어 또는 오픈 코드의 전처리에 해당하는 아이콘을 선택함으로써 VNC 원격 전처리를 수행하게 된다. 구성된 파일은 할당받은 서버에서 바로 다음 단계인 해당 모델링의 해석을 위해 단일 해석 혹은 다중 해석, 병렬 해석 등의 배치 스크립트 런(batch script run)을 동작시키게

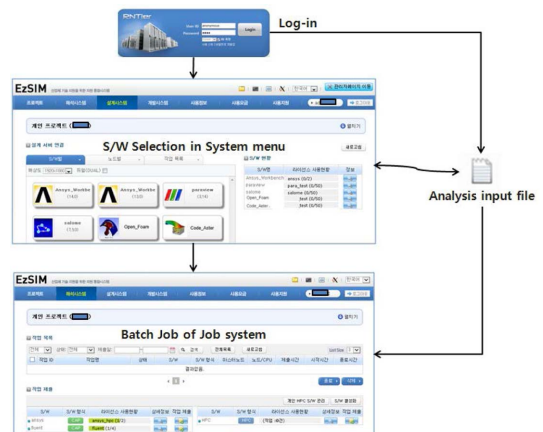


Fig. 8 Service procedure of engineering analysis

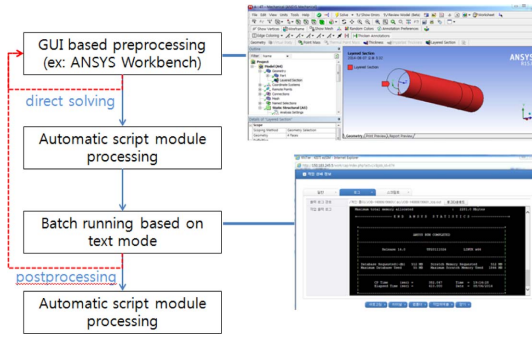


Fig. 9 Process for structure/fluid analysis

된다. 해당 결과는 대기 후 지정 메일로 통보가 된다. 따라서 장시간을 소요하는 경우에도 완료 시점에 다시 접속하여 설계 모듈을 다시 활용해 해석 결과에 대한 후처리까지 수행하면 되므로 이용 방법을 익힌 사용자가 쉽게 적용하도록 구성하였다.

앞의 절차에 대해 ANSYS Mechanical을 사용한 구조해석 사례로 구성해 보면 Fig. 9에서 보는 것과 같이 설계시스템에서는 GUI기반으로 X-window를 통해 그래픽 환경의 서버로 직접 원격 접속으로 실행시켜 주는 연동 아이콘을 사용하게 된다. 이를 통해 필요한 해석용 모델링 및 해석 조건을 부가할 수 있다. 만일 작은 자유도(DOFs) 수준의 해석 모델이면 간단하게 자체 전·후처리기 환경의 시스템에서 직접 해석 결과를 얻을 수 있다. 하지만 설계변경 조건의 단순 변경 입력 사항이나 작업 모델 사이즈가 클 경우, 전처리로부터 완료된 모델링으로부터 해석용 입력파일 만으로 배치 스크립트를 사용해 자동 실행 후 병렬 자원을 활용한 빠른 해석 결과를 얻을 수 있다. 그러므로 계산 시간 동안만 라이선스를 사용하게 되어 비용 절감 효과를 동시에 얻을 수 있는 방법이다.

ezSIM 플랫폼은 전처리 부분을 포함해 해석 및 후처리를 잡 매니저(job manager)를 구현해 스크립트 방식의 자동화 툴 방식을 도입 중으로 직접 GUI 모듈을 사용한 변경 방법에 비해 처리 속도가 상대적으로 빠르며 간편하게 사용할 수 있다. 그러므로 중소·중견기업에서 생산하고자 하는 제품에 특화 할 경우 제품 설계에 신속한 결과 도출이 가능하게 된다. 다만 자동화에 따른 설계 형상 변경 등의 오류 검증에 대한 제약 조건이 제대로 반영되어야 하는 문제는 사전 해결해야 한다.

4. ezSIM 플랫폼의 사용 편의성 확보

중소·중견기업 입장에서 자체적으로 해석 소프트웨어를 구비하기에는 비용 및 전담인원의 활용에 대한 리스크가 크므로 외부의 소프트웨어 및 하드웨어 자원의 활용이 효과적일 수 있다. 특히 시험 대체가 가능할 정도의 정밀 모델링의 병렬컴퓨팅 사용이 요구되는 해석을 위해서는 서버급의 컴퓨팅 자원이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 중소·중견기업에서의 ezSIM 플랫폼 리소스의 활용 효과에 대한 분석을 수행하였다. 그리고 외부 자원을 활용한 방법 중 KISTI 슈퍼컴퓨팅 서비스와 ezSIM 서비스를 중소·중견기업의 설계자 입장에서 편의성 측면을 비교하여 보완 방안을 마련하였다.

4.1 ezSIM 플랫폼 리소스 활용 효과

상용 소프트웨어를 중소·중견기업에서 직접 도입해서 사용한다고 할 경우 구조 및 유체해석을 위해 전·후처리기, 병렬 계산을 위한 HPC 팩 및 메쉬 툴은 영구 라이선스의 경우 구입 차년도부터 구매비의 20% 정도에 해당하는 유지보수비가 발생된다. 그러므로 임대 라이선스로 5년 정도를 유지할 시 영구 라이선스로 구입하는 비용에 버금가는 비용이 발생되어 5년 이내의 단기간만을 해석에 활용코자 할 때는 임대 라이선스가 효과적이나 장기간의 사용을 위해서는 초기에 영구 라이선스의 구입이 바람직할 수 있다. 전·후처리기의 일반적 해당 라이선스 구조와는 다르게 솔버의 경우에는 병렬자원 활용 조건에 따라 비용구조가 복잡하게 엮여 있어 업체의 활용 조건에 따라 소프트웨어의 구입 방법을 효과적으로 결정하기가 쉽지 않다.

상용 소프트웨어에 비해 오픈 소스 기반 코드의 경우는 라이선스 비용이 들지 않는 장점이 있어 다량의 병렬컴퓨팅에 대해서도 자유롭게 사용이 가능하나 업체 자체적으로 설치와 사용 방법 확보 및 버그나 신기능, 신규 버전의 업데이트 반영 등의 유지보수에 대해 다루기가 어렵기 때문에 ezSIM 플랫폼을 사용해 서비스를 지원받는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

장비 이용의 경우에도 병렬컴퓨팅을 위한 서버 시스템 구성 및 전·후처리기 사용을 위해 고성능 그래픽카드를 지원하는 서버가 필요하고 매년 해당 성능 유지가 쉽지 않는 문제에 대한 고민을

ezSIM 플랫폼에서는 할 필요가 없는 장점을 갖고 있다. 무엇보다도 하드웨어와 소프트웨어의 비용 대비 해석 활용 효과에 대해서는 장비 이용료 수준의 비용만을 지급하면 되는 ezSIM 플랫폼의 월 등하기 때문에 중소·중견기업 입장에서는 큰 장점을 가지는 해석 플랫폼 서비스가 될 것이다. 그리고 ezSIM 플랫폼 담당자로부터 원하는 해석 적용 방법에 대해 지속적인 지원받을 수 있는 것도 큰 장점이 된다.

4.2 ezSIM 플랫폼 전·후처리 동작 성능

ezSIM은 원격 접속 기능을 활용해 전·후처리를 사용하는 구조로 모델링 작업에 대한 그래픽 반응 속도를 직접 개별 PC에 인스톨된 전·후처리기와 비교하여 이용 편의성을 검토하였다.

그래픽 반응 속도를 비교하기 위해 구조해석을 위해 전·후처리기인 LS-PREPOST^[23]를 사용하였으며, 750만 자유도 수준의 YARIS 자동차 모델링^[24]과 MDB 대차를 포함한 FMVSS 214 측면 충돌 모델링을 Fig. 10과 같이 구성하였다^[25].

정량적인 수치를 제공하기 위해 사용자의 주요 마우스를 사용한 모델링의 위치변경 대신 키보드를 이용한 모델링 화면 회전 결과 분석하였다. Fig. 10에서와 같이 모델 화면에서 한 방향으로 10도 간격씩 360도 회전시의 시간을 확인하여 짧은 시간인 1회 동작시의 반응 속도로 환산한 후 그 결과를 Table 3에 나타내었다. Fig. 10(b)와 같은 구속조건 표시의 경우 Table 3에서와 같이 반응속도가 약간 느려지는 것을 확인할 수 있지만 1회 회전 동작 주기가 짧지 않아 사용자 입장에서 큰 불편은 없을 것으로 고려된다. 주로 대부분 사

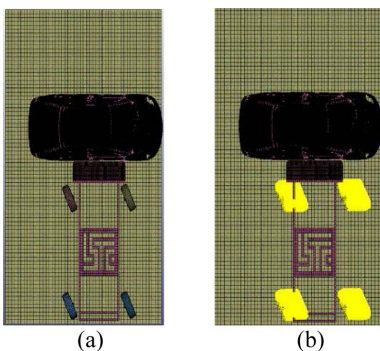


Fig. 10 FE model (750M DOF) for reaction rate of graphic motion (a) w/o boundary view (b) with boundary view

Table 3 Reaction rate of graphic motion for FE model [unit: sec]

Category	Graphic environment	
	W/O boundary	With boundary
Remote control by VNC	0.28	0.53
Direct control in Local PC	0.72	1.14

용자는 전·후처리시 500만 자유도 이하의 해석 모델링을 사용할 것으로 로컬 PC 대비 사용상 큰 영향이 없는 수준에서 ezSIM 플랫폼에서 전·후처리기가 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

4.3 병렬 해석 지원 서비스 비교

ezSIM 플랫폼을 전·후처리가 포함되지 않은 슈퍼컴퓨터 서비스와의 직접적 비교를 위해 솔빙을 중심으로 관련 전·후처리 연계 과정의 편의성을 검토하였다. KISTI 슈퍼컴퓨터는 Fig. 11에서와 같은 리눅스 컴퓨팅에 익숙한 사용자에게 대한 셸 기반 텍스트 모드 작업의 솔빙 서비스인데 반해 Fig. 12의 ezSIM 플랫폼 서비스는 스크립트 기반 터미널 모드에 익숙치 않은 기초 사용자들도 쉽게 접근할 수 있도록 자동 배치스크립트 구성 등의 사용자 편의 기능을 Table 4에서와 같이 확보하고 있다. ezSIM은 수행되는 모델의 해석 작업 전·후의 모델 형상 및 결과 분석을 실시간으로 적용이 가능하다. 또한 수행 완료 시 결과 자동 알림, 사용자별 수행 job들에 대한 히스토리를 관리해 주는 기능의 사용자 편의 사항을 내포하고 있다.

현재 ezSIM 플랫폼에서 지원 가능한 상용 소프

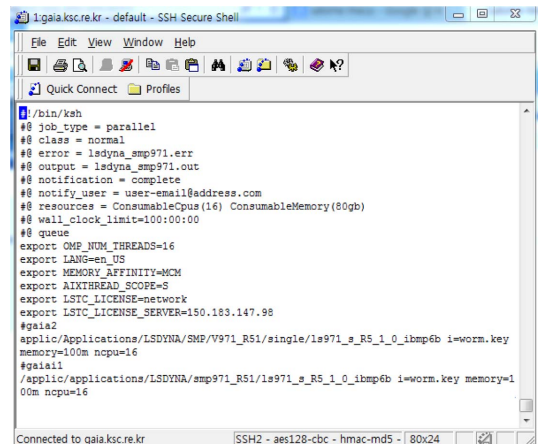


Fig. 11 Batch script for Supercomputer (KISTI)

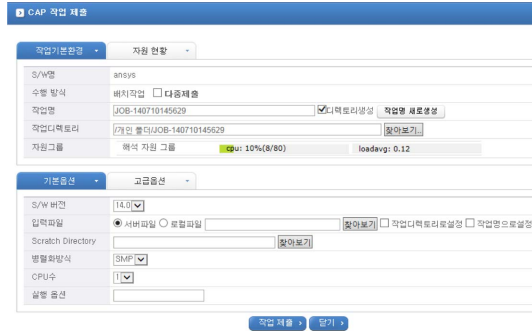
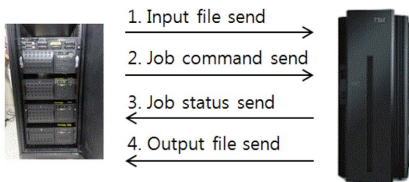


Fig. 12 Job submit web page of the ezSIM platform

Table 4 Platform comparison about analysis solving

Category (KISTI resource)	super-computer	ezSIM
Based platform	Shell script	Web portal
Batch file auto make	X	O
Job submit	command run	button run
Post processing auto linkage availability	X	O
Analysis done alarm	X	O
Job history save	X	O
Commercial software (solver)	8	2



ezSIM system server KISTI Supercomputer

Fig. 13 The ezSIM-KISTI supercomputer interworking

트웨어인 ANSYS 제품 군 이외에 8종의 상용 소프트웨어를 포함하는 KISTI 슈퍼컴퓨터에 접속하는 해석 서비스 지원을 위해 전·후처리기로 Hyperworks^[26]를 추가하여 ABAQUS와 NASTRAN, LS-DYNA, STAR-CD 등의 전·후처리가 가능토록 하였다. 그리고 해당 병렬컴퓨팅을 활용한 솔빙을 위해 Fig. 13에서와 같이 해당 입력 파일을 슈퍼컴의 솔빙 기능과 연계하고 모니터링 할 수 있도록 추가 개발을 수행하였다. 따라서 기존의 슈퍼컴에서 활용 가능한 구조 및 유체해석 솔버들을 추가 확보해 보다 능동적이고 효과적인 ezSIM 플랫폼

의 웹 접근을 통해 중소·중견기업 해석 지원 서비스가 되도록 보완하였다.

5. 결 론

본 연구에서는 중소·중견기업을 대상으로 KISTI 내의 유휴 자원을 통합한 자원통합시스템을 사용해 웹 기반 ezSIM 서비스 플랫폼의 아키텍처를 적용한 플랫폼 개발을 수행하여 사용자의 해석 편의성을 위한 기능을 확보하였다. 중소·중견기업 사용자 편의성은 ezSIM 플랫폼이 전·후처리 사용자 편의성을 위한 그래픽 동작 성능 분석 및 솔빙을 위한 KISTI 슈퍼컴퓨팅 서비스의 기존 적용 가능한 방법과의 비교를 수행하여 해당 효용성을 제시하였다.

이를 통해 중소·중견기업에서는 사용시간별 책정된 요금정책에 따라 ezSIM에 보유중인 상용 소프트웨어 및 오픈 소스 코드의 전·후처리 및 병렬컴퓨팅이 가능한 솔버에 간편하게 접근하게 되었다. 그리고 웹 기반 GUI 환경 하에서 전·후처리 및 솔빙에 대한 신속한 연계로 최적 제품 설계에 효과적으로 적용할 수 있다.

앞으로 시스템 계산 자원 및 추가 소프트웨어 확충과 함께 최적설계를 위한 파라미터 자동 해석 모듈의 구성, 부품별 설계 DB 추가 및 다양한 물리 모델의 공학해석 확장 등을 ezSIM 플랫폼의 모듈로서 구성한다면 중소·중견기업에서는 구조 및 유체해석을 기반으로 신규 제품 개발 시 설계 프로세스 절차에 CAE 해석을 포함해 제품 품질 향상을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 중소중견 기업 M&S 지원 및 요소기술 개발 과제의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사 드립니다.

References

1. ABAQUS site, <http://www.3ds.com/products-services/simulia/portfolio/abaqus/overview/>
2. ANSYS Mechanical site, HYPERLINK "http://www.ansys.com/Products/Simulation+Technology/Structural+Analysis/ANSYS+Mechanical" <http://www.ansys.com/Products/Simulation+Technology/Structural+Analysis/ANSYS+Mechanical>

3. LS-DYNA site, <http://www.lstc.com/>
4. ANSYS CFD site, <http://www.ansys.com/Products/Simulation+Technology/Fluid+Dynamics/Fluid+Dynamics+Products>
5. STAR-CD site, <http://www.cd-adapco.com/products/star-cd>
6. Lim, J.H., Kim, K.-W., Kim, S.-W. and Hwang, D.-S., 2009, Technology Trends on Structural Analysis Software in Aerospace Industry, *Current Industrial and Technological Trends in Aerospace*, 7(2), pp.59-67.
7. CodeAster web page, <http://www.code-aster.org/>
8. OpenFOAM web page, <http://www.openfoam.com/>
9. Salome web page, <http://www.salome-platform.org/>
10. Han, H., 2009/3, Introduction of Open Source Finite Element Analysis Program, *Cad & Graphics*, BBmedia, Seoul Korea, pp.182-185.
11. Association of Science and Technology Information, <http://www.astinet.kr/>
12. National Institute of Supercomputing and Networking, <http://www.nisn.re.kr>
13. CDF site, <http://cdf.gsfc.nasa.gov/>
14. Khan, T.H., 2012, A CAD to CAE Interface Based on Scientific Data Format HDF, Master's Thesis, School of Mechanical, Aerospace and Systems Engineering, KAIST, p.69.
15. SIMSCALE web service page, <http://www.sim-scale.de/>
16. Hyun, C.S., 2011, CAE Service Platform Development Based on Cloud Computer, *Society of CAD/CAM Engineers*, 17(2), pp.36-42.
17. Bang, J.-S., 2013, Integration of PDM System and Web-based CAE Supporting System for Small and Medium Enterprises, *MSC Software 2013 Regional User Conference*.
18. Park, H. and Lee, S.M., 2014, Resource Integration System for c-MES Platform Technology of Design Supporting, *Annual Spring Conference, Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*.
19. Yoon, T.H., Seo, D. and Park, H., 2014, Implementation of Structural Analysis Service Model Using User-friendly Web-based ezSIM Platform, *Proceedings of the Society of CAD/CAM Conference, Carnival culture palace in Muzu resort*, pp.630-633.
20. VNC site, <http://www.virtualgl.org/>
21. Ensign site, <https://www.ceisoftware.com/>
22. Paraview site, <http://www.paraview.org/>
23. LS-PREPOST, <http://www.lstc.com/lsp/>
24. National crash analysis center, [vml/models.html](http://vml.models.html)
25. Charles J. Kahane, 1999, Evaluation of FMVSS 214 - Side Impact Protection: Dynamic Performance Requirement, *NHTSA Technical Report*, p.238.
26. Hyperworks site, <http://www.altairhyperworks.co.kr/>



윤 태 호

1998년 한국항공대학교 항공우주공학과 학사
 2000년 한국항공대학교 항공우주공학과 석사
 2011년 서울대학교 기계항공공학부 박사
 2000년~2002년 한국항공대학교 항공우주부품개발연구센터 연구원
 2002년~2003년, 2005년~2006년 서울대학교 제어계측신기술연구센터 연구원
 2011년~2012년 삼성전자 LCD 사업부 책임연구원
 2012년~2013년 삼성디스플레이 디스플레이연구소 책임연구원
 2013년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
 관심분야: Composite structure, Nonlinear dynamics, FEM, Automation tool, Parallel computing



박 형 욱

2007년 조선대학교 산업공학과 학사
 2009년 조선대학교 산업공학과 석사
 2015년 조선대학교 치과대학 치의생명공학과 박사
 2011년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
 관심분야: CAD/CAM, BME(Bio-Medical Engineering), Virtual reality



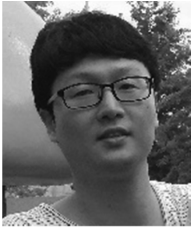
손 일 엽

2002년 포항공과대학교 기계공학과 학사
 2004년 포항공과대학교 기계공학과 석사
 2011년 미국 펜실베이니아 주립대학교 항공우주공학과 박사
 2004년~2006년 현대자동차 파워트레인연구소 연구원
 2011년~2012년 미국 펜실베이니아 주립대학교 항공우주공학과 박사후 연구원
 2012년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
 관심분야: CFD, High performance computing, Hypersonic Aerothermodynamics, Atomic and molecular radiation



황 재 순

2005년 국민대학교 기계설계학과 학사
 2007년 국민대학교 기계공학과 석사
 2007년~2011년 자동차부품연구원 연구원
 2011년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
 관심분야: Computational fluid dynamics, Fluid-structure interaction



서 동 우

2006년 전남대학교 산업공학과 학사
 2008년 전남대학교 산업공학과 석사
 2013년 전남대학교 산업공학과 박사
 2012년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
 관심분야: VR/AR Visualization, Collaboration Interaction, Service strategy