

고성능컴퓨팅 기반 설계시스템 개발 연구

A Study on the Development of High-Performance Computing based Design System

*#김재성¹, 이상민¹

*#Jaesung Kim¹(jaesungkim@kisti.re.kr), Sang-Min Lee¹(smlee@kisti.re.kr)

¹한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅본부 응용지원실

Key words : Supercomputing, High-Performance Computing, Design System, Simulation, Visualization

1. 서론

정보기술(IT)의 발달로 인하여 고성능 H/W와 S/W를 적극적으로 활용함으로써 현재 혹은 향후의 설계기술(DT)은 기존의 한계를 넘어서는 실감형 디자인(Realistic Design)[1]으로 발전하고 있다. 1960년대 2D CAD 시스템은 현재 DMU(Digital Mock-Up)/PLM(Product Lifecycle Management)으로 발전하여 현업에 보편화되고 있는 추세이며 시물레이션 기술 역시 과거의 단일분야 시물레이션에서 다분야 통합(Multi-Disciplinary) 시물레이션으로 발전하고 있는 추세이다. 따라서 설계문제 역시 과거 수천 자유도(Degrees of Freedom) 수준에서 수천만~수억 자유도 규모로 증대되고 있다. 이러한 대규모 설계문제를 협업에서 허용되는 시간 내에 해결하기 위해서 PC나 WS 수준을 넘어 클러스터나 슈퍼컴퓨터급의 고성능 컴퓨팅인프라의 활용이 요구되고 있는 추세이다[2].

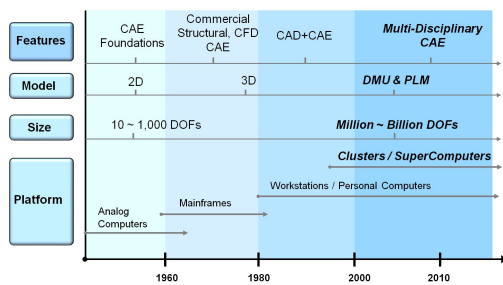


Fig.1 Design Technology Trend

2. 고성능 컴퓨팅기반 설계시스템 구조

본 논문에서는 제품설계를 위한 고성능컴퓨팅 환경에서의 설계시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 Fig.2와 같이 Client-Middle-Supercomputer(Server)로 구성되는 3-Tier 구조를 가진다. 제안된 설계시스템을 기능적인 측면에서 살펴보면 크게 가시화(Visualization)와 대규모 공학해석(Large-scale Simulation) 그리고 최적화(Optimization) 프레임워크로 구성되며 각 프레임워크에서 고성능 컴퓨팅 인프라의 활용이 필요한 요소 모듈은 실감형 렌더링(Realistic Rendering)과 시물레이션 및 최적화에서의 문제해결(Solving)을 위한 모듈이라 할 수 있겠다.

템은 Fig.2와 같이 Client-Middle-Supercomputer(Server)로 구성되는 3-Tier 구조를 가진다. 제안된 설계시스템을 기능적인 측면에서 살펴보면 크게 가시화(Visualization)와 대규모 공학해석(Large-scale Simulation) 그리고 최적화(Optimization) 프레임워크로 구성되며 각 프레임워크에서 고성능 컴퓨팅 인프라의 활용이 필요한 요소 모듈은 실감형 렌더링(Realistic Rendering)과 시물레이션 및 최적화에서의 문제해결(Solving)을 위한 모듈이라 할 수 있겠다.

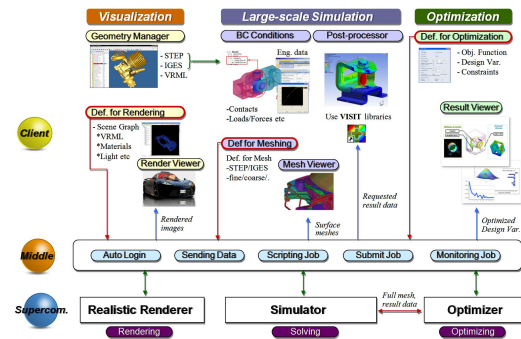


Fig.2 Architecture for HPC based Design System

Client 계층에서는 Rendering, Solving 등 고성능 컴퓨팅인프라의 활용이 필요한 요소 모듈에서 필요로 하는 정보를 정의(Pre-processing)하고 서버로부터 얻어진 결과를 분석(Post-processing)하는 기능을 담당한다. 즉 가시화프레임워크에서는 실감형렌더링을 위해 필요한 기하정보, 색상/텍스처 등을 정의하며 시물레이션프레임워크에서는 기하형상으로부터 메쉬(Mesh) 생성, BC/Material 정보 등을 정의한다. 마찬가지로 최적화프레임워크에서는 최적화를 위한 설계목적함수, 설계변수 및 구속조건(Constraint) 등을 정의한다. 또한 Client에

서는 슈퍼컴퓨터를 활용하기 위해 필요한 Class, Wall-clock time, CPU 수 등의 정보를 포함하고 있는 Job-Script를 사용자의 입력을 기반으로 자동으로 생성하는 역할을 담당한다. Middle 계층에서는 Client에서 정의된 데이터(문제)를 슈퍼컴에 설치된 솔버에 자동으로 전송하여 슈퍼컴퓨터를 구동시킨 후 구동이 완료되면 얻어진 결과데이터 (Solution)를 Client에 재 전송하는 역할을 담당한다. 또한 슈퍼컴퓨터에서 구동 중인 해당 Job의 진행상황을 실시간으로 모니터링하는 기능을 제공한다.

3. Functional Flow

Fig.3은 제안된 시스템의 기능적 관계를 나타내고 있다. 각 프레임워크(기능)는 독립적으로 구동되어 해당되는 결과를 생성하거나 생성된 결과를 연관된 프레임워크의 입력값으로 활용할 수 있도록 설계되었다. 가시화프레임워크에서는 STEP, IGES 등 표준 CAD 데이터를 가시화하거나 여기에 색상, 텍스처, 라이트(light) 정보 등을 추가하여 고성능 컴퓨팅인프라에서 구동되는 렌더러를 활용하여 실시간 실감형(Realtime-Realistic) 모델을 생성한다. 또한 설계변수로부터 매개변수 기반의 형상모델을 생성하여 시뮬레이션 프레임워크로 전달한다. 시뮬레이션프레임워크에서는 형상정보를 바탕으로 메쉬생성 및 BC/Material 정보를 입력받아 FEA 모델을 생성 후 시뮬레이션 솔버를 거쳐 해석결과를 도출한다.

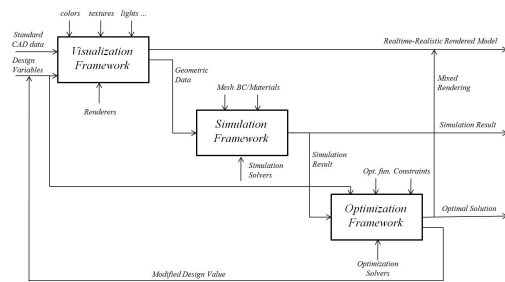
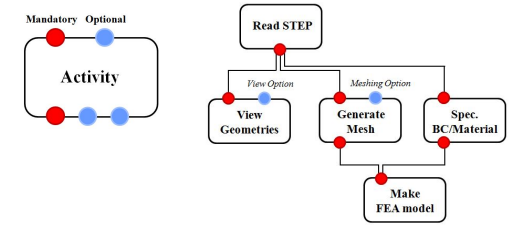


Fig.3 Functional Flow of System

도출된 해석결과는 최적화프레임워크로 전달되어 목적함수, 제약조건을 만족하는지 검토한 후 이를 만족하는 해를 도출하거나 가시화프레임워크에서 입력받은 설계변수의 값을 변경하여 반복적인 최적화 과정을 거치게 된다.

4. User Interface 설계

본 시스템은 향후 사용자 이용편의성 및 활용성/확장성 등을 고려하여 모듈화하여 개발이 되어야 하며 사용자 인터페이스 역시 이에 맞추어 설계되는 것이 바람직하다. 본 시스템에서는 Fig.4(a)와 같은 설계 유닛을 바탕으로 시스템의 세부 기능을 네트워크 방식으로 연계하여 원하는 설계 작업을 수행하도록 설계되었다. Fig.4(b)는 설계유닛이 연계되어 독립적인 시뮬레이션을 수행 할 경우 형상 정보(STEP)로부터 FEA 모델을 생성하기 위한 설계 네트워크 사례를 보이고 있다.



(a) Design Unit (b) Example of Design Network

Fig.4 Concept of User Interface

4. 결론

본 연구에서는 고성능 컴퓨팅인프라를 활용하기 위한 설계 시스템의 하부 구조와 핵심 모듈의 구성, 모듈간의 기능적 연계와 함께 시스템의 사용자 인터페이스의 기본 설계 방향을 제안하였다. 제안된 시스템은 향후 슈퍼컴퓨팅 환경에서의 설계시스템 개발의 기본방향으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 국가플랫폼기술개발사업, c-MES 설계플랫폼기술 과제의 지원으로 연구되었음.

참고문헌

1. Mickael, C. and Nabil, E. K., "Generic Simulator Environment for Realistic Simulation", Systemics, Cybernetics and Informatics, 2(5), 86-91
2. 김재성, 이상민, 김명일, 이승민, "가상설계 플랫폼 개발 연구", 한국정밀공학회 추계학술대회, 735-736, 2009.