

유니코어 기반 수치해석 실험을 위한 e-사이언스 프레임워크

강혜정, 박숙영, Asma ull Hosna, 김윤희, 김종암¹
숙명여자대학교 컴퓨터과학과, 서울대학교 기계항공공학부¹
e-mail : {hj kang, blue, asma_hosna, yulan}@sookmyung.ac.kr,
chogam@snu.ac.kr¹

An e-Science Experiment Framework based on UNICORE for Numerical Analysis

Hyejeong Kang, Sookyoung Park, Asma ull Hosna, Yoonhee Kim,
Chongam Kim¹
Dept. of Computer Science, Sookmyung Women's University
Dept. of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University¹

요 약

유동 분야의 실험은 주로 복잡한 수치해석 방정식의 계산 과정으로 이루어져 있으므로 고성능 컴퓨팅이 가능한 거대한 계산 자원을 요구한다. 그러나 수치해석이나 유동 등 각각의 응용을 위한 e-사이언스 환경에 대한 연구는 진행되고 있으나, 다양한 유동 해석을 위한 수치해석 연구 프레임워크를 개발한 사례는 드물다. 따라서 본 논문에서는 그리드자원을 효율적으로 이용할 수 있는 UNICORE 리치 클라이언트(URC)를 기반으로 고속 유동, 난류 유동, 다상 유동의 세 가지 유동 응용에 대한 수치해석 연구를 단일 환경에서 수행할 수 있는 e-사이언스 프레임워크를 구축하였다.

1. 서 론

유동 현상을 분석하는 방법으로는 지배방정식을 통한 이론적 분석과 실험을 통한 분석 방법이 있다. 그러나 이론적 분석은 수학적 어려움으로 매우 제한적인 경우에 대해서만 가능하며, 실험을 통한 분석의 경우는 실제계의 현상을 분석하는 유동의 특성상 주로 3차원 형상에 대한 실험으로 실험 장비 및 비용의 제약과 가시화의 어려움이 존재하였다. 컴퓨팅 기술의 발달에 따라, 수치해석 기법을 이용하여 유동 현상 분석이 가능하게 되고 e-사이언스 환경에서 이러한 실험수행이 가능하게 되었다. 그러나 e-사이언스 환경을 제공하는 연구들은 대개 특정 응용 실험을 위한 환경이거나[1][2], 수치해석을 위한 연산 방정식을 풀기 위한 용도로 사용되는 등[3][4] 유동을 위한 수치해석 연구를 제공하는 e-사이언스 환경은 드물다.

따라서 본 논문에서는 UNICORE(Uniform Interface to Computing Resources)[5]의 가시적인 사용자 인터페이스인 URC(Unicore Rich Client)를 기반으로 1차원의 단순한 형상뿐만 아니라 2D, 3D의 복잡한 형상을 대상으로 유동 현상 분석을 위한 수치해석 실험 수행이 가능한 e-사이언스 프레임워크를 개발하였다. 사용자는 고속 유동, 난류 유동, 다상 유동의 세 가지 유동 현상 분석을 위한 다양한 수치해석 기법을 설계하고 실행하여 결과를 가시화하는 것까지 단일 프레임워크 상에서 수행할 수 있어 편리하며, 작업 이력이 사용자 PC상에서 프로젝트 단위로 체계적으로 관리되어 과거에 수행한 실험과 그와 관련된 파일들을 재사용하기에 용이하다.

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 국가수리과학 연구소의 주요사업에서 지원을 받아 수행된 연구임 (NO.A21101)

이어지는 2장에서 관련 연구들을 논하고, 3장에서는 프레임워크의 구조 및 설계에 대해 설명한다. 그리고 4장에서 구현을 5장에서 결론 및 향후과제를 기술한다.

2. 관련 연구

수치해석 응용을 대상으로 그리드 자원에 접근 가능한 독립 소프트웨어를 개발한 연구로는 FLOWGRID[2]와 SciLab[3]이 존재한다. FLOWGRID는 전산유동을 위한 실험환경 연구로서, 규모가 큰 실험을 수행할 수 있으며 가시적인 사용자 인터페이스를 제공한다. 하지만 전산유동 전문가를 대상으로 하는 FLOWGRID는 새로운 실험을 적용하는 것이 어렵다. 고성능의 수치 해석 알고리즘을 지원하는 연구인 SciLab은 수치 연산 수행에만 집중되어 있어 다양한 수치 방정식을 풀 수는 있지만 수치해석 코드를 개발하고 검증하기에는 한계가 있다.

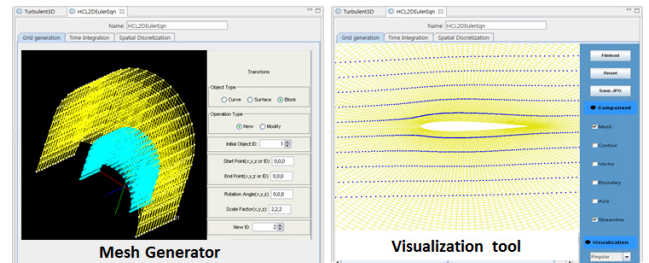
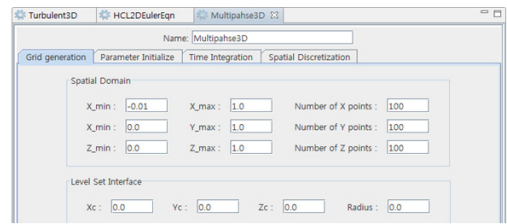
e-사이언스 환경을 지원하는 이클립스 기반 인터페이스를 제공하는 프로젝트로는 g-Eclipse[6]와 UNICORE[5]의 URC가 존재한다. g-Eclipse는 기존 이클립스 IDE 환경에 플러그인을 추가한 형태의 통합 워크벤치 프레임워크로 사용자가 실험과 무관한 기능들이 포함된 복잡한 인터페이스에 익숙해져야하는 불편함이 있다. 그에 반해 URC는 그리드 자원 활용을 위한 요소들만으로 구성되어 있으므로, 사용자 친화적일 뿐 아니라 각각의 응용 실험에 특화된 인터페이스를 개발 및 적용할 수 있는 확장성이 있다.

3. 설 계

그림 1은 본 논문에서 제안하는 e-사이언스 프레임워크의 구조이다. 본 프레임워크는 URC를 기반으로 세 가지

응용에 대한 다양한 수치해석 기법 실험을 위한 플러그인을 포함하고 있다. 각 플러그인은 해석 대상인 격자계를 모델링하는 격자 생성기 및 계산 결과를 가시화하는 가시화 툴을 포함하며, 해당 실험을 위한 파라미터 설정 패널들로 이루어져있다.

프레임워크를 통해 제공되는 서비스로는 크게 작업 관련 서비스와 자원 관련 서비스로 구분된다. 작업 관련 서비스는 작업 명세를 생성하고 작업 특성을 설정하는 작업 생성 서비스, 생성한 작업을 서버에 제출하여 작업이 실행 되도록 하는 작업 실행 서비스, 제출된 작업의 수행 과정을 모니터링하는 모니터링 서비스와 작업 이력을 프로젝트 단위로 관리하여 사용자가 이전에 생성하거나 실험을 수행한 작업들과 이와 관련된 입/출력 파일들을 효율적으로 관리하고 새로운 작업 생성에 이용할 수 있게 하는 작업 이력 관리 서비스가 있다. 계산 자원 관련 서비스로는 프레임워크에 등록된 자원의 정보를 사용자에게 트리형태로 보여주는 자원 브라우저 서비스와 사용자가 작업을 제출하기 원하는 자원의 사양을 선택할 수 있게 하는 자원 선택 서비스, 자원의 상태를 모니터링해주는 자원 모니터링 서비스가 있다.



(그림 3) 프레임워크 사용자 인터페이스

프레임워크에서 실행하는 각 실험의 작업 명세와 파라미터 관리를 그리드빈 모델에서 보다 정확하고 효율적으로 수행할 수 있도록 파라미터셋을 정의하였다.

응용의 추가에 따라 UNICORE 미들웨어가 설치된 계산 자원에서 우리가 제공하는 응용의 실험을 수행할 수 있도록 응용 정보를 저장하고 있는 IDB(Incarnation DB)에 세 가지 대상 응용의 실험들에 대한 이름, 버전 및 실험수행에 필요한 실행파일위치, 파라미터 정보들을 추가하였다.

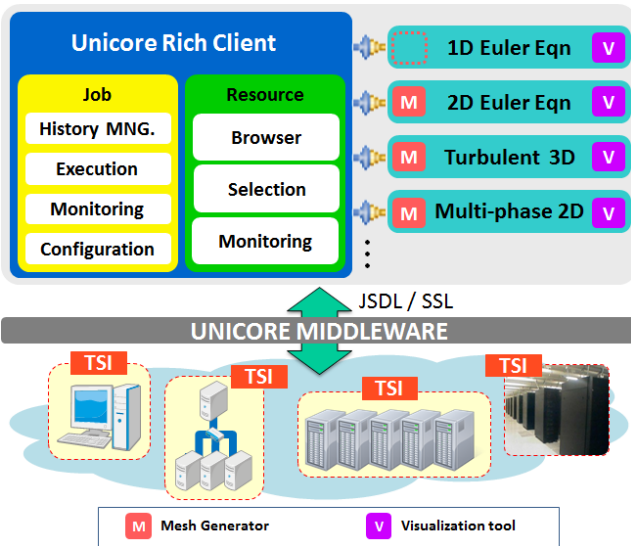
5. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 유동 수치해석 분야의 고속 유동, 난류 유동, 다상 유동의 세 가지 응용을 대상으로 해당 응용들의 수치해석 기법연구를 e-사이언스 환경에서 수행할 수 있도록 하는 프레임워크를 설계하고 개발하였다. 이 연구는 e-Science 환경이 거의 전무한 유동 현상 분석을 위한 수치해석에 필요한 연구 환경을 제공하여 연구의 편의성을 증진시킬 수 있다. 또한 새로운 응용 추가에 대한 확장성을 갖고 있으므로 이후 다른 응용의 다양한 적용이 가능하다.

향후 연구로 더욱 다양한 응용 실험에 대한 플러그인을 추가 개발하고 복잡하고 다양한 실험을 수행할 수 있는 환경을 구축하여 프레임워크를 확장할 것이다.

참고 문헌

[1] 조정현, 허신영, 김윤희, 김종암, 조금원, “e-Science 기반 사이버 교육을 위한 유체 해석 연구 시스템”, KNOM Review, Vol. 12, No. 1, June. 2009, pp. 42-50
 [2] FLOWGRID : <http://www.unizar.es/flowgrid/>
 [3] SciLab : <http://www.scilab.org/>
 [4] CLAWPACK : <http://www.clawpack.org/>
 [5] UNICORE: <http://www.unicore.eu>
 [6] g-Eclipse: <http://www.geclipse.org>
 [7] GPE Project Page : <http://sourceforge.net/projects/gpe4gtk/>



(그림 2) 프레임워크 전체 구조

4. 구현

본 논문에서는 e-사이언스 실험 환경을 제공하는 URC를 기반으로 고속유동, 난류유동, 다상유동의 다양한 수치해석 기법 실험들에 대한 플러그인을 개발하였다. 플러그인 개발에는 GPE(Grid Programming Environment)[8]의 하나인 그리드빈을 이용하였다.

그림 2의 프레임워크에서는 파라미터 값들을 컴포넌트들을 통하여 설정할 수 있는 ‘Options Panel’과 최종적으로 서버에 제출되는 인풋 파일을 확인 할 수 있는 ‘Input File Panel’을 보여준다. 또한, 2, 3차원의 복잡한 형상의 격자를 생성하고 경계조건을 설정하는 전처리기가 있으며, 실험의 마지막 단계에서 결과 가시화를 위해 필요한 가시화 툴은 ‘Output Panel’의 서브 패널로 작성하여 사용자가 결과 파일을 다운로드한 후에 해당 패널에서 바로 확인할 수 있도록 하였다.