

---

# 계산과학 분야의 교육 및 융합연구 지원을 위한 EDISON 플랫폼

진두석\* · 정영진\* · 정희경\*\*

EDISON Platform to Supporting Education and Integration Research  
in Computational Science

Du-Seok Jin\* · Youngjin Jung\* · Hoe-Kyung Jung\*\*

## 요 약

최근에는 응용과학 분야의 교육 및 연구에 실제 실험이 아닌 슈퍼컴퓨터 및 고성능 네트워크 기반의 사이버 인프라에서 과학적 가정에 의해 복잡한 공학문제를 수치적 모델링과 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 해결하는 계산과학을 이용하는 기법들의 필요성이 증대되고 있다. 본 논문에서는 컴퓨팅 시뮬레이션 기법을 활용한 실험·체험형 교육의 일환으로, 이공계 교수, 학생, 연구자, 산업체 인력 등이 사이버 인프라스트럭처 기반으로 시뮬레이션 SW를 활용한 교육 및 융합연구를 지원하는 EDISON 플랫폼을 제시한다. EDISON 플랫폼은 사용자들에게 보다 쉽고, 편하고, 효과적인 서비스 제공을 위해 3계층(EDISON 응용 프레임워크, EDISON 미들웨어, EDISON 인프라 자원)으로 구성되고 5개 분야(열유체, 화학, 물리, 구조동역학, 전산설계) 문제해결 환경을 위한 교육·연구용 웹 포털 서비스를 제공한다.

## ABSTRACT

Recently, a new theoretical and methodological approach for computational science is becoming more and more popular for analyzing and solving scientific problems in various scientific disciplines and applied research. Computational science is a field of study concerned with constructing mathematical models and quantitative analysis techniques and using large computing resources to solve the problems which are difficult to approach in a physical experimentally. In this paper, we present R&D of EDISON open integration platform that allows anyone like professors, researchers, industrial workers, students etc to upload their advanced research result such as simulation SW to use and share based on the cyber infrastructure of supercomputer and network. EDISON platform, which consists of 3 tiers (EDISON application framework, EDISON middleware, and EDISON infra resources) provides Web portal for education and research in 5 areas (CFD, Chemistry, Physics, Structural Dynamics, Computational Design) and user service.

## 키워드

EDISON 플랫폼, 교육-연구 융합, 계산과학, 컴퓨터 시뮬레이션

## Key word

EDISON platform, Education-research integration, Computational Science, Computer Simulation

---

\* 정희원 : 한국과학기술정보연구원  
\*\* 종신회원 : 배재대학교 (교신저자, hkjung@pcu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 09. 30  
심사완료일자 : 2011. 11. 25

## I. 서 론

최근 다양한 응용과학 분야에서 슈퍼컴퓨터 및 고성능 네트워크 기반의 사이버 인프라스트럭처(Cyber Infrastructure)를 이용하여 복잡한 공학문제를 실제 실험이 아닌 수치적 모델링과 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 해결하는 계산과학 교육 및 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 컴퓨팅 시뮬레이션 SW를 활용한 응용과학 교육 및 연구를 보다 쉽고, 편하고, 효과적으로 수행할 수 있도록 지원하는 EDISON(EDUCATION & research Integration through Simulation On the Net) 플랫폼을 제시한다.

EDISON 플랫폼은 연구자 또는 개발자들이 웹 포털 개발환경에 접속하여 연구 성과를 최신 IT기술과 접목하여 시뮬레이션 SW를 개발한 후, 사용자들이 공동으로 사용할 수 있도록 EDISON 플랫폼에 등록하면, 사용자들은 웹 포털을 통해 문제해결을 위한 시뮬레이션 SW를 EDISON 플랫폼에서 선택한 후, 사이버 인프라스트럭처를 활용하여 문제를 해결하고 결과를 확인할 수 있다.

이와 같이 구성된 EDISON 플랫폼은 열유체, 화학, 물리, 구조동역학, 전산설계 등 다양한 분야의 문제해결 환경을 위한 교육 및 연구용 웹 포털 서비스를 제공한다.

## II. 관련 연구

세계적으로 다양한 분야에서 시뮬레이션 기반의 교육·연구 융합 사업이 서비스되고 있다. 특히, 나노, 화학, 열전달, 계산과학공학, 지진연구, 신약개발 등의 분야에서 두드러지고 있으며, 해당 분야의 우수인재를 양성하는데 든든한 지원을 하고 있다.

Nanohub[1]는 미국 퍼듀(Purdue) 대학의 PUNCH(Purdue University Network Computing Hubs)[2] 프로젝트에서 시작하여 NCN(Network for Computational Nanotechnology) 사업을 통해 개발되었으며, 풍부한 시뮬레이션 도구와 콘텐츠를 172개국 17.5만 명의 사용자가 활용하고 있다.

Nanohub는 편리한 사용자 인터페이스를 제공하는 HUBzero[3]를 기반으로 2011년 5월까지 350,000건의

시뮬레이션이 수행되었으며 연구분야에서 활용되는 문헌이 575건에 이른다. 또한, 시뮬레이션 도구 개발을 위한 Rappture(Rapid application Infrastructure)[4], 시뮬레이션 공유, 콘텐츠 변환 도구, 등의 서비스를 제공한다.

ICEAGE는 유럽연합(EU)이 주도하는 다국적 교육 중심의 사업으로, EGEE(Enabling Grids for E-science)[5]의 기반 위에서 지속적이고 대규모 다목적 사이버 인프라스트럭처를 제공하여, 대학(원)생들과 교사들이 그리드 환경에 대한 교육을 할 수 있는 교육 프로그램을 개발하여, 개방된 온라인 창구를 통한 관련 교육자료 제공한다.

e-AIRS[6]는 웹 기반에서 원격으로 공동실험을 요청하고, 글로벌 컴퓨팅 자원을 공동 활용해 수치해석을 하는 것은 물론 공동실험과 수치해석 결과를 한 눈에 비교·분석까지 할 수 있는 환경을 제공하는 시스템이다. 2008년부터 전문 지식 없이도 쉽게 웹상에서 열유체 시뮬레이션 수업과 R&D를 수행할 수 있도록 e-AIRS 포털을 구축하여 제공한다.

본 논문에서는 이와 같은 시뮬레이션 기반의 교육·연구 융합 사업의 장단점을 분석하고, e-AIRS 서비스(열유체 시뮬레이션 수업 및 연구 지원)를 통한 경험을 바탕으로, 계산과학분야의 문제해결 환경을 위한 교육 및 연구용 시뮬레이션 서비스를 제공하는 EDISON 플랫폼을 개발하고자 한다.

## III. EDISON 플랫폼

EDISON 플랫폼은 사이버 인프라스트럭처를 기반으로 이공계 교수, 학생, 연구자, 산업체 인력 등이 시뮬레이션 SW 및 콘텐츠를 자유롭게 올리거나 실행하여 계산과학 분야의 교육 및 융합연구를 지원하는 웹 포털 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 문제해결 환경을 효과적으로 지원하기 위해 EDISON 플랫폼을 크게 3개의 계층(EDISON 응용 프레임워크, EDISON 미들웨어, 사이버 인프라)으로 구성 하였으며, 구성된 플랫폼의 구조는 그림 1과 같다.

최상위 계층에는 시뮬레이션 관련 서비스 인터페이스를 담당하는 응용 프레임워크가 있고, 중간에는 자원과 서비스를 연계해주는 미들웨어 계층, 그리고 하단에

는 컴퓨팅 자원관리 부분을 담당하는 사이버 인프라 계층이 있다.

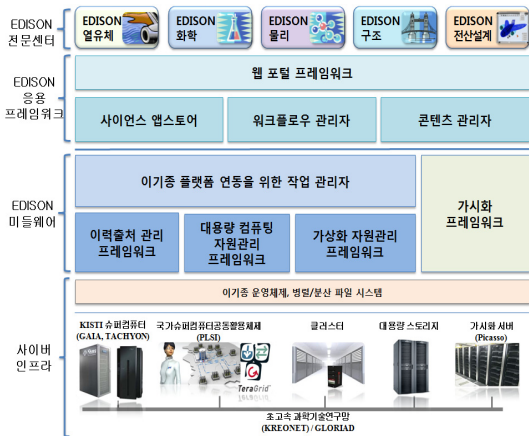


그림 1. EDISON 플랫폼 구조  
Fig. 1 EDISON Platform

3.1. EDISON 응용 프레임워크

EDISON 응용 프레임워크는 그림 2와 같이 4개의 서브시스템(웹 포털 프레임워크, 사이언스 앱스토어, 워크플로우 관리자, 콘텐츠 관리자)으로 구성되며, 하위 계층의 EDISON 미들웨어 및 인프라 자원과 유기적으로 밀접하게 연계된다.



그림 2. EDISON 응용 프레임워크  
Fig. 2 EDISON Application Framework

사이언스 앱스토어는 연구자들이 기존에 가지고 있거나 또는 새롭게 연구한 결과물을 웹 기반 시뮬레이션 수행환경으로 손쉽게 제공할 수 있도록 시뮬레이션 SW 개발에 필요한 도구와 환경을 제공한다. 주요 기능으로는 연구자들이 시뮬레이션 SW를 접근성이 우수한 웹을 통해 등록하는 코드스토어(Code Store) 기능과 시뮬레이션 SW 개발 및 테스트에 필요한 라이브러리/도구/API를 포함하고 있는 개인 가상 서버(Private Virtual Server) 기반의 통합개발 환경을 제공한다. 또한, 개발된 시뮬레이션 SW를 웹 기반 수행환경으로 손쉽게 제공할 수 있도록 웹 인터페이스 자동 생성 기능을 제공한다.

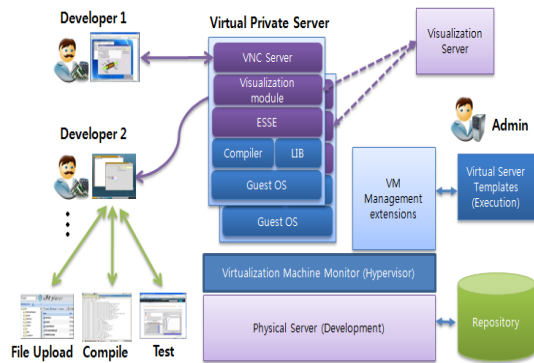


그림 3. 개인 가상 서버  
Fig. 3 Structure of Virtual Private Server

시뮬레이션 워크플로우 관리자는 전처리기-시뮬레이션도구-후처리기로 워크플로우 과정을 조합하여 사용하는 방식을 지원한다. 따라서, 사용자가 시뮬레이션 수행에 필요한 전처리기, 시뮬레이션 도구, 후처리기를 각각 쉽고 정확하게 찾을 수 있는 방법 제공을 위해 키워드 기반 탐색, 시뮬레이션 대상 구조 형태에 따른 탐색 등의 방법을 제공하며, 동시에 해당 분야에 특화된 문제 기반 시뮬레이션 도구 필터링을 제공한다.

콘텐츠 관리자에서는 특정 문제해결을 위한 이론과 사용자 상호대화식 시뮬레이션 기능이 유기적으로 결합된 콘텐츠를 생성하고 관리한다. 제공되는 콘텐츠는 파라미터 입력 값에 대한 시뮬레이션 결과를 즉시 확인해 볼 수 있기 때문에 학생들과 같은 초급 연구자에게는 복잡한 이론의 원리이해에 많은 도움을 줄 수 있는 기능이다.

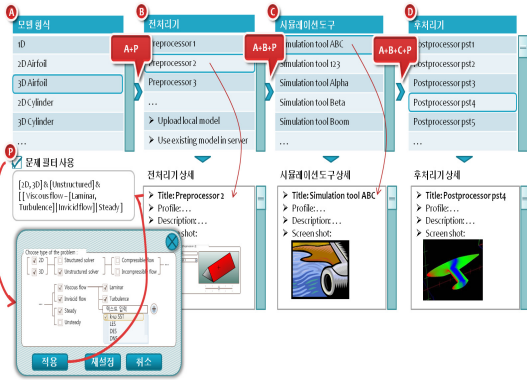


그림 4. 워크플로우 관리자  
Fig. 4 Workflow Manager

### 3.2. EDISON 미들웨어

EDISON 미들웨어는 EDISON 응용 프레임워크에서 요청하는 사용자 시뮬레이션 작업을 효율적으로 수행하고 관리하기 위하여 그림 5와 같이 이기종 플랫폼 연동 지원 작업 관리자, 이력출처 관리 프레임워크, 대용량 컴퓨팅 자원 관리 프레임워크, 가상화 자원관리 프레임워크, 가시화 프레임워크 등의 5개의 서브시스템으로 구성된다.

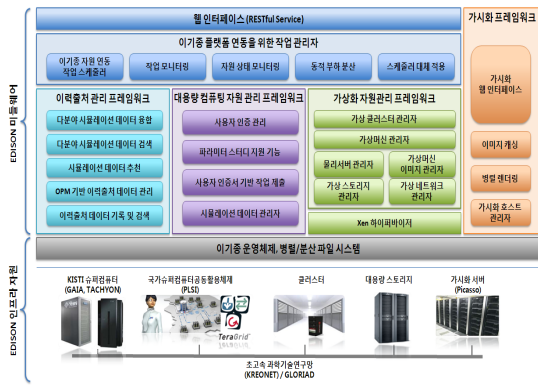


그림 5. EDISON 미들웨어 구성도  
Fig. 5 EDISON Middleware

대용량 컴퓨팅 자원을 활용하기 위해서는 이기종 컴퓨팅 자원 간 세션 유지 및 인증 기술이 필요하다. 이를 위해서 EDISON 미들웨어 자원관리 프레임워크에서는

그림 6과 같이 인증서 위임서버(MyProxy)[7]와 인증키 저장소(LDAP)를 구성하여 이기종 자원을 이용한 시뮬레이션 작업 수행 흐름을 정의하였다. 또한, 개방형 이력출처 모델(Open Provenance Model)[8] 기반의 시뮬레이션 수행 이력 데이터관리를 통해서 부가적인 시맨틱 정보서비스를 제공할 수 있도록 이력출처 관리 프레임워크를 설계하였고, 컴퓨팅 자원의 활용성을 높이기 위해서 가상화 자원관리 프레임워크를 개발하여 사용자 요구(CPU 개수, 메모리 크기, 디스크 용량)에 따라 가상머신을 동적으로 할당할 수 있도록 구성하였다. 이때 최적의 물리서버에 가상머신을 배치하는 스케줄링 알고리즘 기법을 이용하여 할당된 가상머신에 작업 제출, 작업 실행, 작업 상태 모니터링을 할 수 있도록 XML-RPC 형태의 인터페이스를 제공한다.

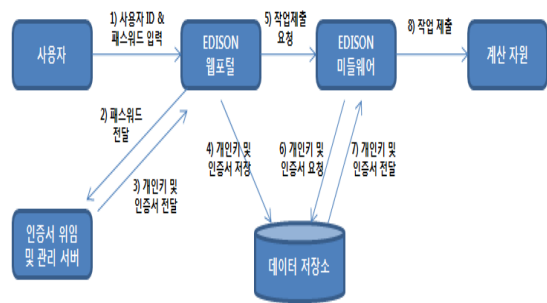


그림 6. 세션 유지기법 기반 작업 제출 흐름  
Fig. 6 Job Submission Flow based on Certificate Server

### 3.3. EDISON 사이버 인프라

EDISON 사이버 인프라에서는 시뮬레이션 수행에 빠르고 안정적인 환경을 제공을 위해 물리적인 계산자원을 국가 슈퍼컴퓨팅 공동 활용체계 구축(PLSI)[9] 사업을 통해 구축된 컴퓨팅 자원을 활용한다. 그리고, 고성능 네트워크를 위해서는 국가 과학기술 연구망(KREONET)[10]을 이용하여 1Gbps 로 연결된 네트워크를 활용한다. 또한, 대용량 시뮬레이션 데이터 전송 및 관리를 위해서 고성능 공유 디스크 파일 시스템인 GPFS(General Parallel File System)를 이용한 클러스터 파일 시스템을 사용하고, 시뮬레이션 결과 정보 가시화를 위해서 전용 가시화 서버를 활용한다. 그림 7은 EDISON 사이버 인프라 구조를 나타낸다.



결합된 형태의 고급 콘텐츠를 제공한다. 그림 10은 EDISON 플랫폼에서 고급 콘텐츠가 제공되는 예를 보여준다.

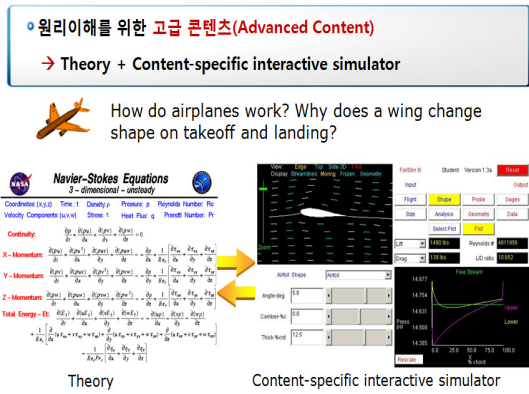


그림 10. 고급 콘텐츠(Advanced Content) 예  
Fig. 10 Advanced Content

## V. 결 론

본 논문에서는 사이버 인프라스트럭처 기반으로 최신 시뮬레이션 SW를 활용하여 차세대 교육·연구를 융합할 수 있는 EDISON 개방형 통합 플랫폼을 제시하였다. 즉, EDISON 플랫폼은 사용자들이 응용과학 분야 전문이론과 원리를 보다 쉽고, 편하고 빠르게 이해할 수 있도록 능동적으로 참여할 수 있는 교육·연구용 웹 포털 서비스를 제공한다. 따라서 응용과학 분야를 연구하는 연구자, 교수, 학생 등이 언제 어디서나 시뮬레이션 SW를 활용한 교육 및 연구를 수행할 수 있는 환경으로 이용될 수 있을 것이다. 또한, EDISON 플랫폼을 통해 개발된 대용량 컴퓨팅 자원과의 연동 기술, 응용 프레임워크, 서버 가상화 기술, 가시화 기술, 워크플로우 관리 기술 등은 향후 계산과학 분야에서의 교육 및 융합연구 지원을 위한 다양한 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [ 1 ] Nanohub, <http://nanohub.org>
- [ 2 ] N. Kapadia, R. Figueiredo, J. Fortes, "PUNCH: Web portal for running tools," IEEE Micro, vol. 20, no. 3, pp. 38 - 47, May 2000.
- [ 3 ] M. McLennan, R. Kennell, "HUBzero: A Platform for Dissemination and Collaboration in Computational Science and Engineering," IEEE Design & Test, vol. 12, no. 2, pp. 48-53, March 2010.
- [ 4 ] Rappture, <http://rappture.org>
- [ 5 ] EGEE, <http://www.eu-egce.org>
- [ 6 ] Jae Wan Ahn, Jin-ho Kim, Chongam Kim, et al., "Web-Based Integrated Research Environment for Aerodynamic Analyses and Design," Future Application and Middleware Technology on e-Science, pp. 1-10, Springer publishing, 2010.
- [ 7 ] J. Basney, M. Humphrey, and V. Welch. "The MyProxy Online Credential Repository," Software: Practice and Experience, vol. 35, no. 9, pp. 801-816, July 2005.
- [ 8 ] OPM, <http://openprovenance.org>
- [ 9 ] PLSI, <http://www.plsi.or.kr>
- [ 10 ] KREONET, <http://www.kreonet.re.kr>

## 저자소개



진두석(Du-seok Jin)

2001: 전북대 컴퓨터공학 석사  
2011: 배재대 컴퓨터공학 박사  
2001~현재: KISTI 선임연구원

※ 관심분야: 저장시스템, e-Science, 사이버인프라 스트럭처



**정영진(Youngjin Jung)**

2007: 충북대 전자계산학과 박사  
2010: Uni. of MAINE 연구원  
2010~현재: KISTI 선임연구원

※ 관심분야: 시공간 데이터베이스, 센서 네트워크  
응용, e-Science



**정희경(Hoe-kyung Jung)**

1985: 광운대 컴퓨터공학 학사  
1987: 광운대 컴퓨터공학 석사  
1993: 광운대 컴퓨터공학 박사  
1994년 ~ 현재 배재대학교  
컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야: 멀티미디어문서정보처리, XML, SVG,  
Web Services, Semantic Web, MPEG-21, Ubiquitous  
Computing, USN