

---

# 시뮬레이션 프레임워크 구성을 위한 메타정보 스키마 설계 및 구현

진두석\* · 정재유\*\* · 정회경\*\*

\*한국과학기술정보연구원 · \*\*배재대학교 컴퓨터공학과

## Design and Implementation of Meta-data Schema for General purpose Simulation Framework

Du-Seok Jin\* · Jae-You Jeong\*\* · Hoe-Kyung Jung\*\*

\*Dept of Cyber Environment Development, Supercomputing Center, KISTI

\*\*Dept of Computer Engineering, PaiChai University

E-mail : dsjin@kisti.re.kr

### 요 약

최근 응용과학 분야에서 복잡한 공학문제를 해결하기 위해 수학적 모델링과 컴퓨터 시뮬레이션의 이용 빈도가 점점 증가함에 따라 연구자들이 보다 쉽고 편리하게 시뮬레이션 기반의 연구를 수행할 수 있는 시뮬레이션 프레임워크의 필요성이 증대되고 있다. 시뮬레이션 프레임워크는 전처리기 해석 코드, 가시화 프로그램, 계산 자원 및 작업관리기와 같은 다양한 컴포넌트들로 구성된다. 하지만, 현재까지는 시뮬레이션 프레임워크 컴포넌트들의 표준화된 스키마 및 인터페이스 규칙이 없기 때문에 범용적인 시뮬레이션 프레임워크의 구성이 어렵다. 즉, 대부분의 기존 시뮬레이션 프레임워크는 특정 해석 코드에 종속되어 제한적인 기능만을 제공하는 구조이다. 본 논문에서는 계산과학 분야의 다양하고 상이한 해석 코드들을 수용할 수 있는 시뮬레이션 프레임워크 구성을 위한 해석 코드의 메타정보 스키마를 설계하고, 이를 이용한 웹기반 시뮬레이션 수행 환경을 구현한다.

### ABSTRACT

Increasingly the frequency of use of mathematical modeling and computer simulation, in order to solve complex engineering problems in the field of Applied Science, the researchers need a simulation framework that can make their simulation-based research easier and more convenient. computer simulation framework is composed of various components such as preprocessor, solver, visualization program, computational resources and job scheduler. However until now, no standardized schema for the components of the simulation framework exist, so it is difficult to config that make a general-purpose simulation framework. In other words, most of the existing simulation framework is a structure that provides only limited functionality is dependent on the particular solver code. In this paper, we designed the meta-information schema that can be contained of a various solver code to be used for the simulation framework and we implemented the Web-based simulation environment using our meta-information schema.

### 키워드

simulation framework, meta schema, computational science, solver

### 1. 서 론

최근 다양한 응용과학 분야에서 사이버 인프라

스트럭처를 기반으로 모델링과 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 복잡한 공학문제를 해결하는 계산과학 연구가 활발히 진행되고 있다. 계산과학을 이용한

응용 연구에는 전처리기 해석 코드, 가시화 프로그램, 계산 자원 스케줄러와 같은 다양한 컴포넌트들로 구성된다. 하지만, 지금까지는 컴포넌트들 간의 표준화된 인터페이스 규칙이 없어 시뮬레이션 수행에 필요한 컴포넌트들의 상호 연동을 위해서 해석코드 개별적으로 새로운 인터페이스를 정의하고 이를 구현해야 한다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 본 논문에서는 계산과학을 이용한 응용 연구를 보다 쉽고 효과적으로 수행할 수 있도록 컴퓨터 시뮬레이션 기반의 연구 환경 구축을 위해 필요한 해석 코드 메타정보 스키마의 표준안을 제시한다. 또한, 이를 다양한 시스템에 활용할 수 있도록 컴포넌트 상호 연동 상의 확장성(scalability of component interactions)과 인터페이스 범용성(Generality of interfaces)을 고려한 REST(REpresentational State Transfer)[1,2] API를 구현하고 이를 활용한 계산과학 분야의 다양하고 상이한 해석 코드들을 수용할 수 있는 확장성 있는 웹기반 시뮬레이션 프레임워크를 구성한다.

## II. 해석코드 메타정보 스키마

계산과학 분야의 다양하고 상이한 해석 코드들을 수용할 수 있는 확장성 있는 컴퓨터 시뮬레이션 기반의 연구 환경 구축을 위해 필요한 해석 코드의 메타정보 항목을 정의한다. 또한, 시뮬레이션 프레임워크 컴포넌트들 간의 상호연동을 위해서 정의된 해석 코드 메타정보를 표현할 수 있는 XSD(XML Schema Definition)[3]를 아래와 같이 구성한다.

첫째, 식별정보(Identification Information)는 해석코드의 이름, 제목, 버전, 개발자, 기관, 설명, 특징, 홈페이지, 아이콘, 스크린 샷과 같은 해석코드를 식별할 수 있는 항목에 대한 정보를 포함한다.

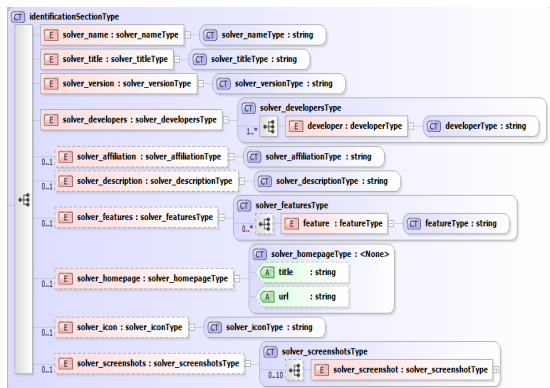


그림 1. 식별정보(Identification Information)

둘째, 코드정보(Code Information)는 해석코드

의 개발언어, 컴파일러, 라이브러리, 병렬화 지원 여부, 실행파일 이름, 실행파일 설치 위치, 입력파일 및 데이터파일 정보, 출력파일 위치, 실행 옵션등과 같은 해석코드 설치 및 실행에 필요한 항목을 포함한다.



그림 2. 코드정보(Code Information)

셋째, 파라미터 정보(Parameter Information)는 해석코드에서 입력받는 파라미터들의 이름 설명, 데이터 타입, 기본 값, 최소/최대 값, 반복여부, 파라미터 스위프(Sweep) 여부와 파일 이름, 파일 포맷 등과 같은 입력 파라미터에 관한 정보를 포함한다.

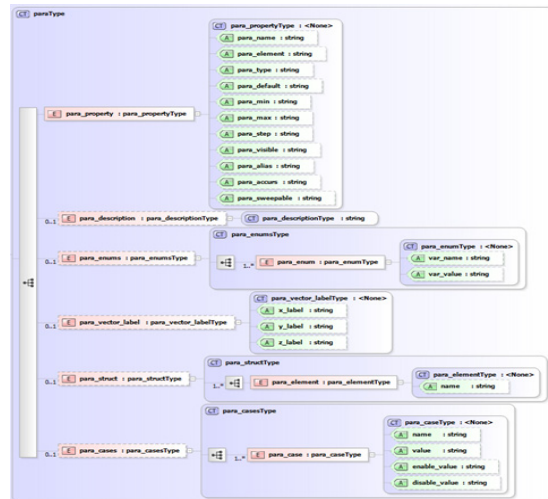


그림 3. 파라미터 정보(Parameter Information)

넷째, 카테고리 정보(Category Information)는 해석코드의 다양한 타입별 카테고리 전/후처리기 관련 정보 및 처리대상 문제(target problem)들에 관한 정보를 포함한다

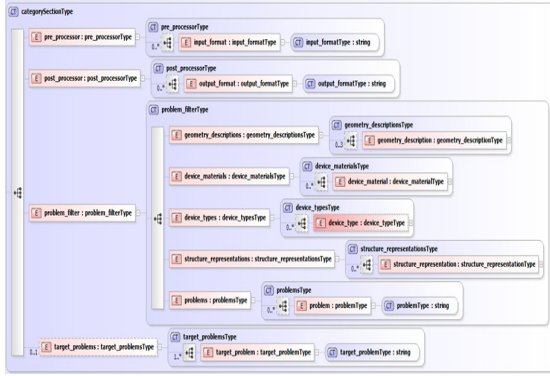


그림 4. 카테고리 정보(Category Information)

다섯째, 기타 정보(Additional Information)에는 해석코드와 관련된 문서, 웹사이트, 논문, 멀티미디어 콘텐츠 등 참고자료에 대한 정보와 해석코드를 사용하는 대상 유저 관련 학과목, 라이선스 정보 등의 항목을 포함한다.

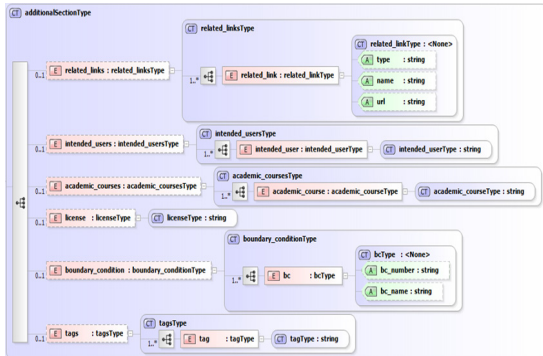


그림 5. 기타 정보(Additional Information)

마지막으로, 시스템 정보(System Information)에는 해석코드의 등록일, 수정일, 등록자 아이디, 서비스 상태, 해석코드 아이디와 같은 시스템에서 해석코드를 관리하기 위한 정보를 포함한다.

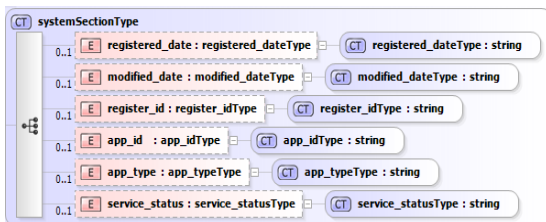


그림 6. 시스템 정보(System Information)

시뮬레이션 프레임워크 컴포넌트들 간의 확장성 있는 상호연동을 위해 6가지 카테고리의 해석코드 메타정보 스키마를 정의하였다. 3장에서는 이를 이용한 메타정보 저장 시스템의 구조 및 접근 API에 대해서 설명한다.

근 API에 대해서 설명한다.

### III. 시뮬레이션 프레임워크 시스템 구조

본장에서는 해석코드 메타정보를 저장하기 위한 메타정보 저장소의 구조 및 접근 API에 대해 설명한다.

본 논문에서 설계한 메타정보 저장소는 스키마 구조에 제약 없이 비정형 데이터 처리에 특화된 성능을 보이는 NoSQL(Not only SQL)[4] DB 기반의 저장소를 사용하였다. 특히, 다양한 종류의 NoSQL DB중에서 데이터 저장 구조가 문서기반(Document-based) 형식인 MongoDB[5,6,7]를 사용하여 구현하였다. 본 논문에서 구현한 전체적인 시뮬레이션 프레임워크의 구조는 그림7과 같다.

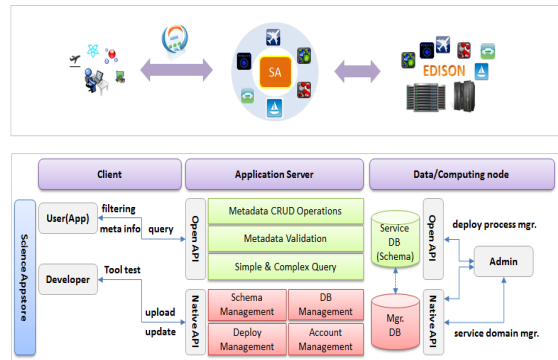


그림 7. 시뮬레이션 프레임워크 구조

또한, NoSQL DB 저장소에 해석코드 메타정보를 저장하고 탐색하기 위해 확장성과 범용성이 우수한 REST API를 구현하였다. 구현된 REST API는 해석코드 리스트를 읽어오는 함수 특정 해석코드의 메타정보를 가져오는 함수 해석코드 메타정보를 입력, 삭제, 수정하는 함수 및 특정 키워드 또는 조건으로 해석코드를 검색하는 함수를 제공한다. 전체 API 리스트는 표 1과 같다.

<표 1> 해석코드 메타정보를 위한 REST API

Solver	Constant
GET /solvers	GET /constants
GET /solvers/{id}	GET /constants/{key}
GET /solvers/{id}/{section}	POST /constants
GET /solvers/{id}/{section.field}	PUT /constants/{id}
POST /solvers	DELETE /constants/{id}
PUT /solvers/{id}	<b>Query</b>
DELETE /solvers/{id}	GET /solvers/query/{qry}
	POST /solvers/query

#### IV. 결 론

최근 다양한 응용과학 분야에서 사이버 인프라 스트럭처를 기반으로 모델링과 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 복잡한 공학문제를 해결하는 계산과학 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 컴퓨팅 시뮬레이션 해석 프로그램을 활용한 응용과학 연구를 보다 쉽고 효과적으로 수행할 수 있도록 지원하는 시뮬레이션 프레임워크 구성에 필요한 해석 코드 메타정보 스키마의 표준안을 제시하고, 다양한 분야에 활용할 수 있도록 NoSQL DB 기반의 저장소를 설계하였다. 또한, 이와 관련된 REST API를 구현하였고 이를 활용하여 기존의 특정 해석 프로그램에 종속적인 시뮬레이션 수행 환경의 단점을 개선한 확장성 있는 시뮬레이션 프레임워크를 구성 하였다.

#### 참고문헌

- [1] L. Richardson and S. Ruby. RESTful Web Services. O'Reilly, May 2007.
- [2] Cesare Pautasso, Olaf Zimmermann, Frank Leymann, Restful web services vs. "big" web services: making the right architectural decision, Proceeding of the 17th international conference on World Wide Web, April 21-25, 2008, Beijing, China.
- [3] XSD, <http://www.w3.org/TR/xmlschema11-1>
- [4] Michael Stonebraker, SQL databases v. NoSQL databases, Communications of the ACM, v.53 n.4, April 2010.
- [5] Rick Cattell, Scalable SQL and NoSQL data stores, ACM SIGMOD Record, v.39 n.4, December 2010.
- [6] Plugge, E., Membrey, P., Hawkins, T. 2010. The Definitive Guide to MongoDB. Apress, First Edition.
- [7] MongoDB, <http://mongodb.org>