

# 수자원 통합모델링 Framework 개발

## Development of Integrated Water Resources Modeling Framework

김승\*, 심규철\*\*, 이성학\*\*\*  
Sung Kim, Kyu-Cheol Shim, Sung-Hack Lee

### 요 지

본 연구에서는 수자원 통합모델링 프레임워크를 개발하기 위하여 국내의 모델개발과 프로그램개발 환경에 대한 사용자 요구조사를 실시하였다. 요구조사의 응답자는 총 19명 이었으며, 그 응답자는 대부분 수자원의 지속적 확보기술개발 사업에 참여하고 있는 연구자를 대상으로 하였다. 사용자 요구조사 결과 국내에서는 물관련 전공자들이 모델과 프로그램의 개발을 동시에 수행하는 경우가 많았으며, 대부분 Fortran을 중심으로 다양한 프로그래밍 언어를 사용하고 있었다. 모델개발자들은 모델간의 연계에 대한 필요성은 느끼면서도 모델간의 연계에 대한 실제적인 구현도구를 찾지 못하고 있으며, 모델의 공유에 대한 인식도 낮았다. 따라서 향후 통합모델링 프레임워크의 구체적인 설계 단계에서는 모델개발자가 개발된 모델의 프로그램으로 쉽게 구현할 수 있도록 편리한 사용환경이 요구되며, 모델간의 연계를 위한 프로그램 표준화작업도 동시에 수행되어야 할 것으로 판단된다. 또한 통합모델링 프레임워크의 설계에 있어 사용자의 요구를 충분히 반영하기 위하여 사용자 요구조사를 바탕으로한 통합모델링 프레임워크 개발 가이드라인을 제시하였다.

**핵심용어** : 통합수자원관리, 통합모델링, 모델연계, 프레임워크(Framework)

### 1. 서 론

오늘날 수자원분야에서 컴퓨터의 이용은 필수 불가결한 요소로 자리 잡은 지 오래이다. 모델은 컴퓨터의 도움으로 이전에 불가능하다고 여겨졌던 많은 문제에 대한 해답을 제시하고 있다. 그러나 모델은 점점 더 복잡하고 거대해지며, 처리해야 할 데이터의 양은 기하급수적으로 증가하고 있으며, 의사결정자는 데이터의 홍수 속에서 정책결정에 어려움을 겪고 있다. 이 문제의 해결을 위한 통합의사결정 지원시스템의 필요성이 더욱 커지고 있다.

전 세계적으로 통합수자원관리를 실현하기위한 많은 국가적 노력이 이루어지고 있다. 통합수자원관리는 물관련 수리, 수문, 생태, 환경, 경제, 사회, 정치 등의 다양한 영역을 고려해야 한다. 현재 사용되고 있는 대부분의 모델은 하나 또는 2개의 영역만을 대상으로 하고 있어, 통합수자원관리를 위해서는 필요에 따라 여러 개 모델의 연계모의가 필요하다. 하지만 모델의 연계를 위해서는 각 모델간의 연계에 대한 표준환경이 필요하며, 표준환경의 해법으로 이용되고 있는 것이 통합모델링 프레임워크이다. 하지만 국내에서는 한국수자원공사가 운영중인 수자원관리종합정보시스템(WAMIS)가 있으나, 수자원관리종합정보시스템은 통합모델링 프레임워크에서 반드시 요구되는 모

---

\* 정회원 · 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단 단장 · E-mail : [skim@kict.re.kr](mailto:skim@kict.re.kr)

\*\* 정회원 · 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단 연구기획팀장 · E-mail : [skcpi@kict.re.kr](mailto:skcpi@kict.re.kr)

\*\*\* 정회원 · 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단 시스템통합팀 연구원 · E-mail : [hacktan@kict.re.kr](mailto:hacktan@kict.re.kr)

델연계를 위한 기능은 없으며, 데이터의 표준화와 공유에 중점을 두어 개발되었다.(한국수자원공사, 2005). 외국의 경우 통합모델링 프레임워크에 대한 개발은 활발히 진행되어 유럽에서는 Generic Water Framework(GFW), OpenMI(Open Modeling Interface), 미국에서는 DIAS(Dynamic Information Architecture System), 호주에서는 TIME(The Invisible Modeling Environment)가 개발되었다. GFW(Generic Framework Water)는 네델란드에서 개발된 모델과 의사결정지원시스템의 연계를 위한 개방형 프레임워크 개발이 목표이며, 2001년도에 버전 1.0이 발표되었다. 모델과의 결정지원시스템의 연계, 적용, 데이터베이스공유의 3가지 세부프로젝트로 추진되었으며, 네델란드에서 몇몇 시스템에 적용되었다. 이후 EU의 주도로 추진된 HarmonIT프로젝트의 기본개념을 제공하는 시스템으로 이용되었다. GFW에서는 모델링 요소를 크게 물리적 영역, 수학 및 모의 영역, 개발환경의 3가지로 구분한 것이 특징이다. (Van der Wal, 1999). DIAS(Dynamic information Architecture System)는 미국의 National Argonne Lab에서 정보프로세스를 전체적으로 관리할 목적으로 만들어진 소프트웨어 Framework이다. 사용자가 입력한 상황에 따라 컴포넌트모델을 종합적으로 모의할 수 있도록 구축되어 있다. 수자원뿐만 아니라 경제, 사회, 생태 등의 모든 분야에서 이용가능한 일반적인 소프트웨어 프레임워크이다. 다양한 데이터베이스, 모델과 정보처리 어플리케이션이 사용될 수 있으며, 다양한 어플리케이션에 사용할 수 있는 재 사용가능한 객체를 라이브러리 형태로 포함할 수 있다. DIAS에 포함된 재 사용가능한 다양한 객체는 Context Manager를 통하여 시나리오 기능을 수행할 수 있도록 한 것이 특징이다. (ANL, 1995). OpenMI는 유럽의 통합수자원관리를 실현하기 위한 표준 모델 통합 Framework이다. 유럽에서는 통합수자원관리가 대두됨에 따라 이를 실현하기 위한 도구가 필요했다. 그러나 유럽 내에서는 각국이 자체적으로 모델을 개발하고 있었으며, 공통된 표준을 가지고 있지는 않았다. 따라서 각국에서 개발되고 있는 모델을 통합하여 사용하기 위한 표준을 개발하는 것이 OpenMI의 목표로 설정되었다. OpenMI는 기존에 개발된 여러 가지의 모델프로그램을 연동하여 운영할 수 있도록 하는 데이터의 명세, 정의, 전달방법을 규정한 프로토콜(Protocol)이다. 따라서 OpenMI는 컴포넌트간의 인터페이스에 관한 표준을 정의한다. (HarmonIT, 2002). TIME은 호주의 통합수자원관리를 실현하기 위한 도구이다. TIME의 특징은 사용자가 사용하기 쉽도록 만들어 졌다는 점이다. 유럽의 OpenMI나 DIAS가 모델을 시스템으로 구현하는데 전문가의 도움이 필요한 반면 TIME은 모델개발자가 약간의 프로그램 기술만을 가지고 하나의 시스템을 개발 할 수 있다. TIME은 컴포넌트 기반이다. 그리고 하나의 모델은 하나의 DLL파일로서 생성된다. 따라서 통합환경 뿐 만 아니라 모델자체도 표준화된 방식으로 개발하고 있다. 표준화된 방식을 통한 모델개발은 모델의 공유를 가능하게 한다. 즉, 통합 환경만 있으며, 누구든지 모델을 사용할 수 있다는 의미이다. (Argent, 2000).

## 2. 통합모델링 프레임워크 수요조사 및 결과분석

### 2.1 통합모델링 프레임워크 수요조사

통합모델링 프레임워크의 개발 방향을 설정하기 위하여 통합모델링 프레임워크의 실질적인 사용자를 개략적으로 구분하고, 통합모델링 프레임워크에 대한 수요조사를 실시하였다. 본 연구에서는 [표 1]과 같이 사용자를 수자원관리의사결정자, 모델사용자, 모델개발자로 구분하였으며, 각각의 사용자에 대하여 사용형태를 도출하였다. 도출된 사용자를 대상으로 수요조사를 실시하였다. 수요조사의 대상자는 수자원의 지속적 확보기술개발 사업에 참여하고 있는 연구자들 중에 선정하여 실시

하였다. 수요조사의 내용은 크게 사용하고 있는 모델에 대한 현황조사를 위한 세부과제별 모델/프로그램(어플리케이션)개발 현황 및 수요 파악, 연구과제에서 개발하고 있는 모델 중 다른 모델과의 연계성에 관한 조사, 연구과제별 모형연계에 대한 현황과 수요조사 그리고 프로그램으로 개발 환경조사 나누어 진행되었다.

[표 1] 통합모델링 프레임워크 사용자, 사용형태 및 대상기관 및 대상자

사용자	사용형태	대상기관 또는 대상자
수자원관리의사결정자	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유역관리를 위한 계획수립에 이용</li> <li>• 유역관리를 위한 의사결정시에 시스템의 분석결과를 이용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중앙정부</li> <li>• 지자체</li> <li>• 홍수통제소</li> <li>• 유역관리기관</li> <li>• 정부투자기관</li> </ul>
모델사용자	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계, 컨설팅 등의 업무에 통합모델링 시스템을 이용</li> <li>• 개별모델을 연계하는 시나리오를 작성하여 여러 개의 모델에 대한 연계분석 작업수행에 이용</li> <li>• 교육이나 훈련의 목적에 이용</li> <li>• 수자원분야 비전공자로서 모델이용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 엔지니어링 업체</li> <li>• 연구소</li> <li>• 수자원 컨설턴트</li> <li>• 순수과학자</li> <li>• 대학교수 및 학생</li> <li>• 시민단체</li> </ul>
모델개발자	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 새로운 모델을 개발에 이용</li> <li>• 기존의 모델을 개선에 이용</li> <li>• 모델을 직접 프로그래밍 하는데 이용(IT개발자)</li> <li>• 제품판매를 위한 시스템개발자 및 업체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구소</li> <li>• 대학원생</li> <li>• 프로그래머(IT)</li> <li>• 수자원관련 소프트웨어 개발회사</li> </ul>

## 2.2 통합모델링 프레임워크 수요조사 결과 분석

통합모델링 프레임워크 수요조사에는 19명이 참여하여 총 29개 항목에 응답하였다. 수요조사에 참여한 사용자들의 응답을 간략히 분석하면, 모델관련 조사에서 사용자들은 지표수모형(31%)을 가장 많이 사용하며, 모형이 지표수, 지하수 등이 복합모형(26%)이 많은 것으로 조사되었으며, 모델이나 프로그램의 사용자는 엔지니어링업체(30%)와 대학교수와 학생(25%)를 대상으로 하는 경우가 가장 많으며, 의사결정자를 위한 모델이나 프로그램(2%)이 적었으며, 이는 의사결정자들의 실제적으로 사용할 수 있는 모형의 개발이 적극적으로 필요함을 보여주었다. 모델은 대부분 자체개발(45%)을 많이 하는 것으로 나타났으며, 모델의 신뢰성 문제(53%)로 인하여 외국으로부터 모형의 도입(35%) 또한 많았다. 수량과 수질을 함께 고려하는 모형(58%)을 이용하는 경우가 많아, 수질문제에 대해 많은 관심을 나타내는 것으로 조사되었으며, 유역과 소유역(83%)를 대상으로 하는 2D(42%)모형을 가장 많이 사용하며, 대부분의 응답자들이 모델간의 연계에 대한 필요성(68%)을 느끼는 것으로 조사되었다. 또한 많은 모델들의 입출력자료에 GIS자료를 이용(53%)하며, 이용되는 자료의 종류는 Vector자료와 Raster자료가 거의 같은 비율로 사용되었으며, 가장 많이 이용하는 GIS도구로는 ESRI의 ArcView를 꼽았다.

모델을 실제 소프트웨어로 개발하는 측면에서 보면 응답자들은 마이크로소프트 Window환경(75%)에서 Fortran(40%), VisualBasic(26%), VisualC(19%)순으로 프로그래밍 언어를 이용하여 모델을 소프트웨어로 개발한다고 응답했으며, 소프트웨어의 개발은 자체적으로 내부 인력을 통하여 수행(75%)하는 경우가 많았으며, 대부분의 소프트웨어가 GUI(Graphic User Interface)방식의 입

출력을 이용하는 것으로 조사되었다.

본 조사의 결과를 분석하면 우리나라 모델 및 프로그램개발자 들은 윈도우 환경에서 다양한 언어로 유역 및 소유역 단위의 수량과 수질을 고려한 복합모형의 개발을 하고 있으며, 모델간의 연계에 대한 필요성을 많이 느끼고 있으며, GIS자료의 사용이 보편화되고 있음을 나타낸다. 그러나 실제적으로 의사결정자를 위한 모형은 적으며, 물관련 전공의 내부 인력을 통하여 자체적으로 프로그램을 개발하므로써, 소프트웨어적인 전문성은 그리 높지 않은 것으로 나타났으며, 또한 모델의 개발보다는 소프트웨어의 개발에 많은 시간을 할애하는 것으로 나타났다.

### 3. 통합모델링 프레임워크 개발 가이드라인 및 구성

본 연구에서는 국내 모델 및 프로그램개발자에 대한 수요조사 결과를 바탕으로 향후 통합모델링 프레임워크가 반드시 고려하여야 할 내용을 도출하였으며, 또한 소프트웨어 엔지니어링 관점에서 통합모델링 프레임워크는 객체지향기법을 이용한 빠른 개발과 유지보수의 편의성을 확보할 수 있어야 하며, 개발되어진 모델은 개발자 사이에 공유되어 상호 검증되어야 한다. 이를 위하여 온라인상에 개발자 커뮤니티의 기능이 필요하다. 또한 모델의 입력자료 구성을 위하여 한국수자원공사에서 운영 중인 수자원관리종합정보시스템(WAMIS)와 파일이나 네트워크를 매개로 자료호환이 가능해한다.

[표 2] 통합모델링 프레임워크 개발 가이드라인

통합모델링 프레임워크 개발 가이드라인
1. 의사결정자를 위한 프로그램의 개발이 고려되어야 하므로, 시나리오 기반의 모델링이 가능해야 한다.
2. 물관련 전공의 내부인력으로 모델개발 작업을 많이 수행하므로, 모델간의 연계 방법에 있어 전문적인 지식이 없더라도 쉽게 연계작업을 수행할 수 있는 수단을 제공해야 한다.
3. 통합모델링 프레임워크 내에서 개발된 모델은 다른 모델과의 연계를 위한 호환성을 보장하여야 한다.
4. 유역단위의 복합적인 모형을 개발할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.
5. 모델의 신뢰성을 검증할 수 있는 적절한 방법을 제시하여야 한다.
6. 통합모델링 프레임워크의 개발환경은 마이크로소프트윈도우를 주된 개발환경으로 하여야 한다.
7. 통합모델링 프레임워크에서는 프로그래밍어 중 Fortran, VisualBasic, VisualC가 반드시 포함되어야 하며 Fortran이 우선적으로 고려되어야 한다.
8. 입력자료와 출력자료의 처리에 있어 GIS의 사용이 반드시 고려되어야 한다.
9. GIS자료는 ESRI의 Arcview에서 사용되는 자료와 호환되어야 한다.
10. 간편한 방법으로 모델을 소프트웨어로 개발할 수 있어야 하며, 텍스트 입출력은 가능한 배제하고 GUI 입출력을 사용하여야 한다.
11. 통합모델링 프레임워크는 컴포넌트 기반의 아키텍처로 개발되어야 한다.
12. 물관련 전공자들이 쉽게 사용할 수 있도록 프로그램의 공통기능인 그래프, 통계, 최적화, GIS 기능이 제공되어야 한다.
13. 모델의 실행에 필요한 입력/출력자료의 작성에 도움이 되도록 수자원관리종합정보시스템(WAMIS)와의 연계를 고려하여야 한다.
14. 각 모델개발자가 개발한 프로그램의 공유를 위한 모델 개발자 커뮤니티를 웹상에서 지원하여야 한다.
15. 통합모델링 프레임워크는 오픈소스기반 정책을 취하여야 한다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 통합모델링 프레임웍의 개발함에 있어 국내외 통합모델링 프레임웍개발에 관한 연구동향조사를 실시하였으며, 사용자의 요구를 충분히 반영하기위하여 사용자 요구조사를 실시하였다. 사용자 요구조사의 실시 결과 국내에서는 물관련 전공자들이 모델과 프로그램의 개발을 동시에 수행하는 경우가 많았으며, 대부분 Fortran을 중심으로 다양한 프로그래밍 언어를 사용하고 있었다. 모델개발자들은 모델간의 연계에 대한 필요성은 느끼면서도 모델간의 연계에 대한 실제적인 구현도구를 찾지 못하고 있으며, 모델의 공유에 대한 인식도 낮았다. 따라서 향후 통합모델링 프레임웍의 구체적인 설계 단계에서는 모델개발자가 개발된 모델의 프로그램으로 쉽게 구현할 수 있도록 편리한 사용환경이 요구되며, 모델간의 연계를 위한 프로그램 표준화작업도 동시에 수행되어야 할 것으로 판단된다. 통합모델링 프레임웍의 설계에 있어 사용자의 요구를 충분히 반영하기 위하여 사용자 요구조사를 바탕으로한 통합모델링 프레임웍 개발 가이드라인을 제시하였다. 제시된 가이드라인은 통합모델링 프레임웍을 개발하는데 있어 꼭 포함되어야 할 요소를 제시한 것이다.

## 감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호:1-0-2)에 의해 수행되었다.

## 참 고 문 헌

1. 과학기술부(2005), 수자원관리 통합기반 개발 1차년도 요약보고서, pp. 98- 101
2. Argent, R. M., Vertessy, R. A. and Watson, F. G. R. (2000), A Framework for Catchment Prediction Modelling, Proceedings of 26th National and 3rd International Hydrology and Water Resources Symposium, The Institution of Engineers, Australia, Perth, Vol. 2, pp. 706-711.
3. Blind, M. W., et al. (2001a) Generic Framework Water: An Open Modelling System for Efficient Model Linking in Integrated Water Management - Current Status, EuroSim 2001 congress Shaping Future with Simulation, Delft, Netherlands.
4. Decision and Information Sciences Division Argonne National Laboratory (1995), The Dynamic Information Architecture System: A High Level Architecture for Modeling and Simulation-white Paper, USA. pp. 1-16.
5. Gregersen, J. B. G. et al. (2001), State of The Art, Report of Work Package1. Contract EVKK1-CT-2001-00090, IT Frameworks(HarmonIT), EU, pp. 1-24.
6. Gregersen, J. B. G. et al. (2002), Requirement Analysis, Report of Work Package 2. Contract EVK1-CT-2001-00090, IT Frameworks(HarmonIT). pp. 2/1-5/1.