

범용 유역통합 물관리 의사결정지원 시스템 설계 및 개발방안 연구

A Study on the Development Scheme and Design of General-purposed Integrated Water Management System in the Watershed

김유진*, 김남일**, 함대현***, 고익환****

Eugene Kim, Nami Il Kim, Dae Heon Ham, Ick Hwan Ko

요 지

국내의 효율적인 수자원 관리를 위해서는 하천의 실시간 수량과 수질 정보에 바탕을 둔 수자원 공급 시스템에 대한 과학적이고 표준화된 물 공급 운영 방식과 국제적으로 경쟁력 있는 물관리 운영 시스템의 개발의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 본 연구에서는 수자원의 효율적인 공급 및 배분을 위해 기상, 유출, 저수지 운영, 수질 모형과 수자원 정보가 통합되고, 국내외 임의의 수계에 모두 적용가능한 범용성 있는 유역통합 물관리 의사결정지원 시스템을 구축하기 위한 방안을 제시하고자 한다. 본 연구에서의 유역통합 물관리 의사결정지원 시스템은 범용성 확보를 위해 3-tier기반의 서버-클라이언트(C/S) 구조로 설계하였으며, 실시간 자료와 해석결과 등이 저장되는 데이터베이스 서버와 해석모형 수행을 위한 사용자 프로그램, 데이터베이스 서버와 사용자 프로그램 연결을 위한 미들웨어 서버 프로그램으로 구성된다.

핵심용어 : 통합유역관리, 유출모형, 댐운영 모형, 수질예측 모형, C/S 구조, 데이터베이스

1. 서 론

최근 들어 빈번해지고 있는 가뭄과 홍수, 물 부족을 둘러싼 이해당사자간의 대립, 수질오염으로 인해 발생하는 생태계의 파괴 등으로 인하여 국가와 지역 주민들이 치러야할 사회적 비용은 날로 커져가고 있는 실정이다. 이러한 제반 문제를 해결하고 나아가 보다 효율적이고 지속가능한 수자원 시설물의 운영을 위해서는 유역 차원의 통합 수자원 관리(Integrated Water Resources Management, IWRM) 기술의 도입이 더욱 절실히 요구되고 있다(고익환 등, 2002). 이를 위해서는 통합 수자원 관리의 기본 개념을 충실히 반영한 의사결정지원시스템(Decision Support System, DSS)의 도입이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 유역의 수량과 수질 상황을 실시간적으로 분석 및 예측할 수 있는 해석모형을 이용하여 유역내 상하류 하천과 저수지군의 효율적 연계운영을 도모할 수 있는 의사결정지원시스템의 틀을 설계하고 개발방안을 수립하였다.

2. 의사결정지원시스템의 개념 및 필요성

수자원의 통합관리를 보다 효율적으로 구현하기 위해서는 이를 뒷받침할 수 있는 기반기술이

* 정회원 · (주)웹솔루스 시스템사업부 부장 · E-mail : icepc@websolus.co.kr
** 정회원 · (주)웹솔루스 대표이사 · E-mail : utopia@websolus.co.kr
*** 정회원 · (주)웹솔루스 시스템사업부 대리 · E-mail : dhham@websolus.co.kr
**** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 수자원환경연구소장 · E-mail : ihko@kwater.or.kr

필수적으로 구축되어야 한다. 즉, 물관리 기능별로 각 기관에서 분산·관리하고 있는 물관련 정보를 효율적으로 연계, 공유할 수 있는 통합 물정보 관리체계를 구축하고, 유역의 수량과 수질상황을 실시간적으로 분석·예측할 수 있는 모형을 이용하여 유역내 상하류 하천과 저수지군의 효율적 연계운동을 도모하기 위한 의사결정지원시스템의 개발이 필요하다(고익환 등, 2002).

애초에 의사결정지원시스템은 기업경영에 있어서 컴퓨터의 활용을 통해 단순한 업무의 자동화나 필요정보의 제공이라는 차원을 넘어 경영관리자의 의사결정을 도와주는 영역으로까지 확대하고자 개발된 정보시스템 이었다. 사무작업을 보다 일관성 있고 효율적으로 수행하며, 경영관리에 필요한 보고서를 자동으로 만들어내기 위해 기업들은 대형의 데이터처리시스템을 구축하였고, 이를 통해 기업의 일상적인 업무의 자동화와 통제가 가능하게 되었다. 그러나 관리자가 의사결정을 할 때 접하는 문제의 유형과 상황은 매우 다양하고 예측하기 어려운 관계로 기업의 일상적 운영 및 관리통제를 목적으로 구축된 시스템들은 다양한 의사결정권자의 요구를 충족시킬 수 없었고, 이를 극복하기 위해 1970년대에 의사결정을 수행하거나 지원할 수 있는 정보시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되었다. 스캇모턴(M. Scott Morton)은 1970년대 초에 의사결정지원에 대한 개념으로 'Management Decision System'이라는 개념을 도입하였고, 1978년에는 킨(P. Keen)과 스캇 모턴은 'Decision Support System'이라는 용어를 처음으로 사용하였다(한재민, 2001).

최근의 수자원 분야 역시 종래의 수량 공급 위주의 수자원 관리를 벗어나 하천의 수량과 수질, 환경생태를 동시에 고려한 유역 단위의 통합관리를 추구함에 따라 다양한 목적과 제약조건들을 고려할 수 있는 의사결정지원시스템의 필요성이 급속히 확산되고 있다. 또한 지표수, 지하수, 대체수 자원 등의 다양한 수자원을 통합 관리·운영하고, 이해당사자들의 자발적인 참여를 통한 유기적인 협조체제의 구성과 유역내 필요한 수자원 정보를 공유 및 유통하기 위해서도 의사결정지원시스템의 구축은 더욱 절실하다.

일반적으로 의사결정지원시스템은 당면하는 여러 가지 의사결정 문제를 해결하기 위해 복수의 대안을 개발하고, 비교·평가하며, 최적 안을 선택하는 의사결정과정을 지원하는 정보시스템으로 정의된다(한재민 2001). 그리고 Mckinney(2004)는 의사결정지원시스템을 체계화되지 않은 대규모 물관리 문제들을 해결해야 하는 의사결정자들을 지원하기 위해 설계된 각종 물정보시스템과 분석모델 등으로 구성된 통합 전산 시스템이라고 정의하였다. 초기의 의사결정지원시스템은 주로 비구조적(unstructured) 혹은 반구조적(semi-structured) 문제를 해결하기 위해 의사결정자가 데이터와 모델을 활용할 수 있게 해 주는 대화식(interactive) 컴퓨터 시스템으로 정의되었는데 이러한 정의는 너무 제한적이어서 최근에는 확대되어 정의되고 있다.

의사결정지원시스템은 전통적인 데이터 처리와 계량적 분석기법을 통합하여 의사결정자가 보다 손쉽고 정확하게, 그리고 신속하고 다양하게 문제를 해결할 수 있는 정보시스템 환경을 제공하며, 크게 자료 시스템과 모델 시스템, 지식 시스템으로 구성된다. 이러한 의사결정지원시스템의 구조와 구성요소는 <그림 1>에 나타내었다. 자료 시스템은 분석에 필요한 입력 데이터와 분석 결과를 체계적으로 저장하고 관리하기 위한 데이터베이스와 데이터베이스 관리시스템(DBMS)으로 이루어진다. 그리고 모델 시스템은 의사결정에 필요한 정보를 산정하기 위한 각종 수리·수문분석 모형인 해석모델과 입출력 인터페이스를 관리하기 위한 시스템이다. 여기서 모델 시스템이 주요 지점의 유출량과 수위, 댐 방류량 등의 계량적인 정보를 생성하는 것이라면 지식 시스템은 계량화하기 어려운 정성적인 정보 즉, 관련 법규, 문제해결 시 고려사항, 의사결정 절차, 기술적 노하우 등의 정보를 제공하는 시스템이라 할 수 있다.

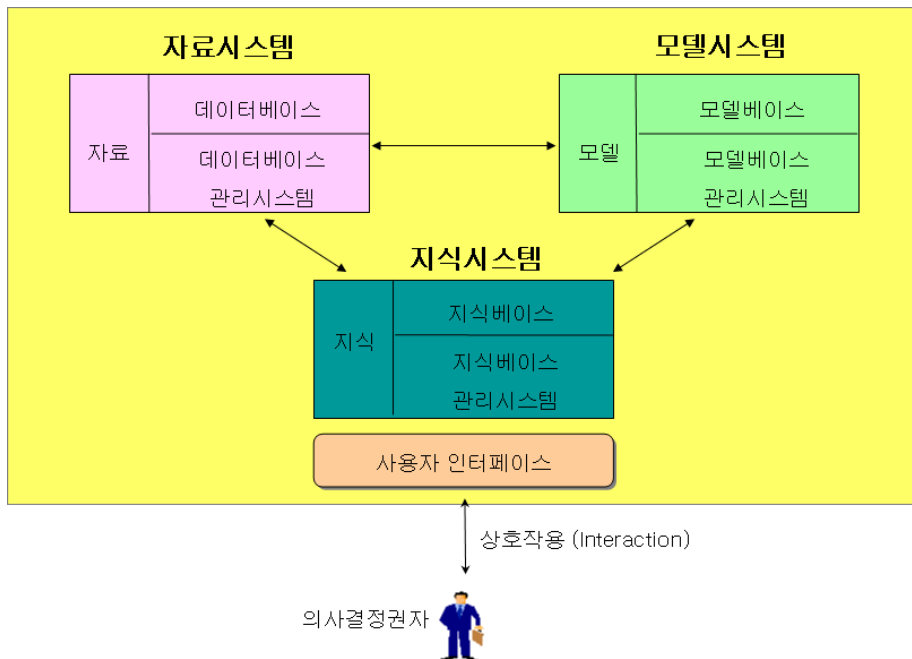


그림 1. 의사결정지원시스템의 구조 및 구성요소

3. 범용 유역통합 물관리 의사결정지원 시스템의 구성

본 연구에서의 범용 유역통합 물관리 의사결정지원 시스템은 <그림 2>에 도시된 바와 같이 통합 데이터베이스, 전후처리기(Pre & Post Processor), 해석모형 모듈(Analysis Model Module)과 사용자 그래픽 인터페이스(GUI)로 구성된다.

통합 데이터베이스는 실시간자료 DB와 수문자료 DB 및 해석모형 DB로 구성된다. 여기서, 실시간 자료 DB는 실시간 모니터링을 통해 현장의 계측장비로부터 중앙의 서버로 전송되는 원시자료(raw data)를 저장하는 데이터베이스를 의미하고, 수문자료 DB는 이러한 원시자료를 개별 시스템 및 모형을 수행할 수 있는 형태의 입력자료로 변환된 값들을 저장한 데이터베이스를 의미한다. 또한, 해석모형 DB는 개별 시스템 및 모형 수행 출력 값을 저장하는 데이터베이스를 의미한다. 이러한 데이터들은 데이터 변환 및 연결 프로그램(DB Solution)을 통해 해석모형 모듈과 전후처리기에 제공됨으로써, DB Solution 프로그램은 데이터 중심의 모형 연계를 가능하게 하고 개별 해석모형의 관리와 변환 및 저장하는 기능을 수행한다.

해석모형 모듈은 강우예측 시스템, 유역유출예측 시스템, 댐 운영 시스템과 수질예측 시스템으로 구성되고, 이 시스템들은 모델 래퍼 모듈(Model Wrapper Module)을 통해 전후처리기와 연계된다. 한편, 전처리기(Pre Processor)에서는 지리정보시스템(GIS)을 기반으로 하여 해석모형 수행을 위한 데이터 검증과 입력을 수행하게 되고, 후처리기(Post Processor)에서는 해석모형을 통해 분석된 결과에 대한 통계분석, 표, 그래프 또는 GIS 등의 다양한 형태로 표출할 수 있도록 데이터를 처리하는 역할을 수행하게 된다. 의사결정권자는 최종적으로 GUI 편의환경을 통해 전후처리기 및 해석모형의 정보조회와 조작이 가능하게 된다.

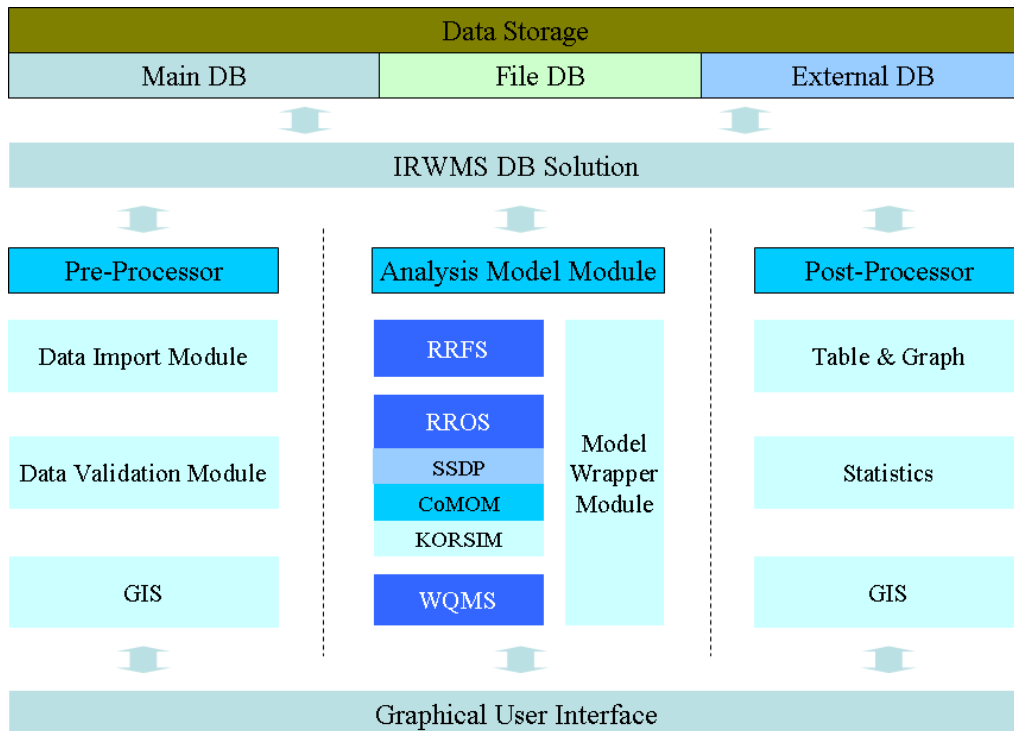


그림 2. 시스템 구성도

4. 시스템 구조 설계

범용 유역통합 물관리 의사결정지원 시스템의 경우 실행되는 해석모델들의 실제 수행 방식이 입력 파일들을 만들고, DOS 프롬프트 상에서 수행되는 DOS EXE 형식 파일을 실행한 후 다시 출력 파일들을 읽는 방식으로 되어 있어 이러한 과정들을 다루고 관리하기 위해서는 공용의 라이브러리가 필요하다. 또한 모델의 모든 입출력 데이터들이 Oracle 또는 MS Access와 같은 데이터베이스를 스스로 하거나 다른 컴퓨터의 Server 프로그램이 소스가 될 수 있으므로 입출력 데이터 출처에 대한 캡슐화 기능도 요구되었다. 이러한 조건들을 충족시키기 위해 데이터베이스 접근 캡슐화를 위한 IRWMSDataSet 클래스, IIRWMSDataAdapter 인터페이스 구현 클래스 군, IRWMSDataView 클래스 군을 구성하였으며, 모델의 DOS EXE 실행 파일 및 입출력 데이터 파일들을 다루기 위한 IRWMSWrapper 클래스 군을 설계하였다. <그림 3>은 이러한 통합 시스템의 Class Library의 구성개요를 표시한 그림이다.

사용자에 의해 특정 모델이 수행될 경우 의사결정지원 시스템은 적절한 IRWMSWrapper 계열 클래스를 선택하여 모델을 수행하게 된다. IRWMSWrapper 계열 클래스 군은 IRWMSWrapper 클래스를 상속받는 SSARRWrapper 클래스, SSDPWrapper 클래스, CoMOMWrapper 클래스, KORSIMWrapper 클래스, QUAL2EWrapper 클래스의 총 5개의 클래스로 구성된다. 각각의 클래스는 자신이 담당할 모델의 수행을 위해 여러 가지 동작을 수행하게 된다. 모든 wrapper 클래스의 부모 클래스인 IRWMSWrapper 클래스 자신은 모든 wrapper 클래스에서 공통적으로 사용되는 코드 라이브러리를 제공하고, IRWMSWrapper 클래스들을 객체 지향의 다형성 방식으로 다룰 수 있도록 공통의 인터페이스를 제공하는 역할을 수행한다. <그림 4>는 IRWMS Wrapper 클래스 군이 수행하는 역할을 표시한 그림이다.

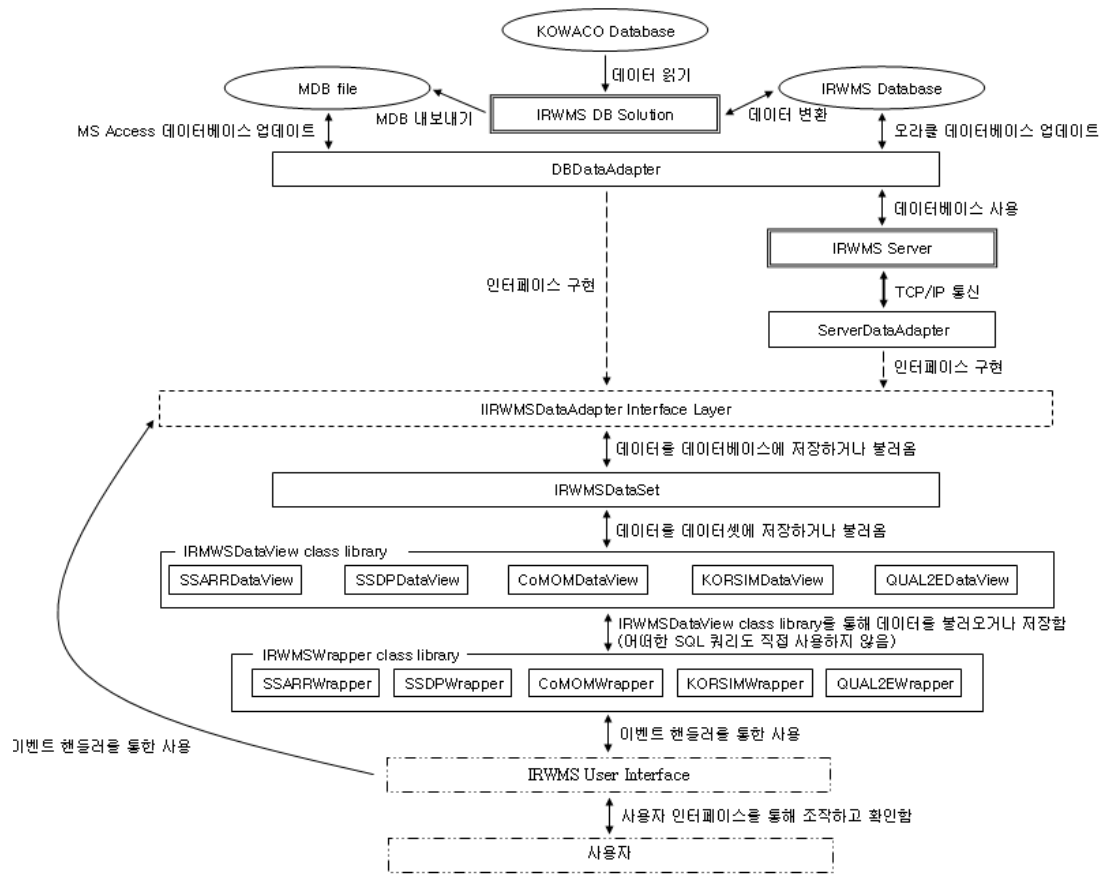


그림 3. 시스템 Class 구조

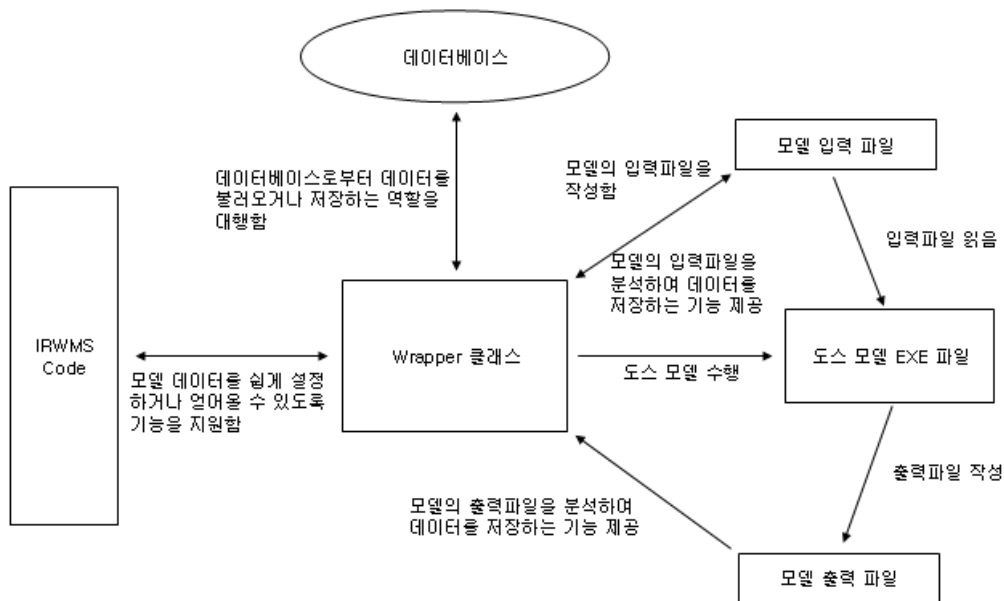


그림 4. IRWMS Wrapper Class 구조

5. 결 론

본 연구에서의 유역통합 물관리 의사결정지원 시스템은 범용성 확보를 위해 3-tier기반의 서버-클라이언트(C/S) 구조로 설계 하였으며, 전체적인 시스템 구조는 범용성에 초점을 맞추어 시스템 아키텍처와 프로시저를 정의하였다. 범용성 있는 시스템 구현을 위해 실시간 자료와 해석결과 등이 저장되는 데이터베이스 서버와 해석모형 수행을 위한 사용자 프로그램, 데이터베이스 서버와 사용자 프로그램 연결을 위한 미들웨어 서버 프로그램을 주요 구성요소로 하였다. 이러한 유역통합 물관리 의사결정지원 시스템은 한정된 수자원을 가장 효율적으로 사용할 수 있도록 수량과 수질조건을 만족시킬 수 있는 기술적 대안을 제공하는 의사결정지원 도구로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 고익환, 정세웅(2002). 통합수자원관리 기반기술 구축방안(I)-선진국의 하천유역 통합물관리 기술개발동향. 한국수자원학회지, 제35권, 제6호, pp. 61-70.
2. 고익환(2004), "호주 유역통합물관리 기술개발 동향과 전망-2004 호주 Catchment Modelling School", 한국수자원학회지, 제37권, 제2호, pp. 98-103
3. 한국수자원공사(2005). 낙동강 수계 실시간 물관리 운영 시스템 구축 보고서
4. 한재민(2001). 경영정보시스템, 학현사.
5. Global Water Partnership(2000). Integrated Water Resources Management, TAC Background Papers No.4, Stockholm, Sweden.
6. McKinney, D. C. (2004). International Survey of Decision Support Systems for Integrated Water Management.