

HyGIS에 대한 소개



김 경 탁 |
한국건설기술연구원 수자원연구부 책임연구원
ktkimi@kict.re.kr



최 윤 석 |
한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원
yschoi51@kict.re.kr

1. 서론

지난 3월 16일 제1회 HyGIS Workshop을 개최하여 처음으로 HyGIS(Hydro Geographic Information System)를 사용하게 될 수자원 및 환경 분야의 실무자와 연구자들에게 소개하는 자리를 가졌다. 사실 국내 기술진에 의해 국산 GIS Engine인 GEOMania 3D/Pro를 기반으로 개발한 것이라 외국산 GIS S/W에 익숙해 있는 사용자들이 얼마나 관심을 가져줄까 내심 많은 염려가 있었다. 다행히 예상 밖으로 여러 분들이 관심을 가져줘서 성황리에 워크숍을 마칠 수 있었으며 이번 지면을 빌어 감사의 말씀을 전하고 싶다.

이제 GIS(Geographic Information System)라는 용어가 특정분야에서 한정된 사람만이 이용하는 뭔가 특별한 것이라는 느낌은 들지 않는다. GIS기술은 1960년대 캐나다에서 토지 및 환경정보시스템 구축 사업에서 처음 소개된 후 벌써 40년이 넘게 발전되어오고 있다. 초기에는 선진국의 전유물이었던 것

이 표준화와 더불어 80년대 초 Intergraph, ESRI와 같은 거대 기업이 탄생하게 되면서 발전을 거듭하여, 이후로는 개발도상국 등으로 확대 보급되기 시작하였다.

수자원 분야에서도 GIS 기술은 수문현상에 영향을 미치는 토양, 토지이용, 유역의 지형학적 특성인자 등의 정보를 객관적인 방법으로 시간과 인력을 절약하며 획득하기 위한 수단으로 사용되기 시작하였으며 그 효용성은 다각적으로 입증되고 있다.

필자(김경탁)도 90년대 초부터 GIS에 관심을 갖고 수자원 분야에 GIS를 활용한 연구를 수행하기 위해 당시 여러 가지 S/W(CAD, ArcView, ArcInfo, IDRISI, WMS 등)를 배워가며 가장 기본이 되는 디지털타이저나 스캐너를 이용한 수치자료 구축부터 시작하여 “GIS 적용에 따른 유출해석에 관한 연구”로 학위논문을 쓰고 오늘에 이르고 있다.

당시 모 교수님께 GIS에 대해 문의했을 때 교수님께서서는 외국의 경우 이미 오래전부터 다양한 형태의 수치자료를 구축하여 활용할 수 있으므로 많은 연구가 이루어지고 있으나 국내에서는 자료 구축부터 시작해야 하므로 어려움이 따를 것이라고 조언해 주신 적이 있다. 그러나 우리나라도 90년대 후반부터 국토지리정보원, 건교부, 환경부, 농림부 등에서 정부 사업으로 다양한 형태의 수치자료를 구축하여 왔기에 수치 정보를 구하기는 과거에 비해 많이 쉬워졌다.

그러나 현업의 실무진들에게 문의하면 GIS를 활용하는 것은 아직까지도 많은 어려움이 있다고 한다. 왜일까? 이유는 하나의 완성된 성과를 얻기 위해서는 국내에서 구할 수 있는 자료가 수자원분야에 활용하기 위한 최적의 형식으로 제공되지 않기 때문에 여러

가지 선행 작업을 수행하여야 하고 이를 위해서는 다양한 S/W의 사용법을 배워야 하기 때문이라고들 이야기한다.

본 고에서는 『수자원의 지속적 확보기술 개발사업(단장: 김승)』의 지원으로 1단계에서는 “시공간자료 활용 기술 개발”과제를 수행하고, 2단계인 지난 3년간 위와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본격적으로 개발을 시작하여 현재 Beta Version을 출시를 앞두고 있는 HyGIS에 대해 소개하고자 한다.

2. HyGIS

2.1 HyGIS의 개발 배경 및 개요

HyGIS는 GIS DB 기반으로 수자원 분야의 다양한 응용프로그램을 손쉽게 적용하여, 수리·수문·수질 분석 및 유역관리 분야에서 편리하고 유용하게 활용하기 위해 패키지 형태로 개발되었다.

처음 프런티어 사업을 수행하기에 앞서 어떤 GIS Engine을 사용할 것인가가 가장 큰 고민이었다. 당시 필자도 익숙한 것은 외국 GIS S/W였지만 국내 GIS Engine인 GEOMania를 선택하게 되었다. 그 이유는 GEOMania가 COM(Component Object Model) 개념과 DB를 기반으로 운영되는 시스템이라는 것과 국내 업체로 GIS Engine의 Source Code를 보유하고 있기 때문에 연구진에 의해 제시되는 새로운 아이디어나 기능이 GIS Engine 개발자를 통해 빠르게 구현될 수 있기 때문이었다.

즉, COM을 기반으로 개발된 시스템이므로 다른 소스로부터 개발된 컴포넌트를 연계하여 시스템의 기능 확장을 손쉽게 수행할 수 있고, DB 기반이므로 후술할 Static DB 개념을 반영하여 사용자들이 표준화된 자료를 이용하여 표준화된 절차를 통해 원하는 분석을 수행할 수 있도록 하는 장점을 갖게 되며 이는 HyGIS와 여러 가지 모형들을 연계하는 방법으로도 활용되었다.

HyGIS에서는 수문학적 DEM 분석 및 공간정보 생성, 선형참조(Linear Referencing)가 가능한 하천 네트워크 생성, 유역 시설물 관리 등의 기능을 제공한다. 따라서 HyGIS는 HyGIS 자체적으로 활용될 수도 있으나 GIS DB 기반의 분석시스템 및 하천네트워크 기반 유역관리시스템으로 활용될 수 있다. 한편, HyGIS는 GDK(GEOMania Development Kits)와 Visual Basic을 이용하여 개발되었고, 국산 GIS Engine인 GEOMania Pro/3D의 확장모듈로 제공되고 있다.

2.1.1 HyGIS 데이터 모델

HyGIS는 DB를 기반으로 하는 시스템이며, 유역의 시공간 DB를 통합 운영할 수 있도록 하고, 상·하류의 연계성을 갖는 하천 네트워크를 기반으로 동일한 유역의 분석정보를 여러 모형에서 공유할 수 있도록 개발되었다. 공간 DB는 GEOMania의 고유 DB인 GSS를 이용하고, 비공간 DB와 시계열 DB는 MDB를 이용하고 있다. 이와 같이 DB 기반의 시스템을 설계하기 위해서는 반드시 그 시스템의 목적에 맞는 데이터 모델의 개발이 필요하다. 특히 수자원 분야에서 필요로 하는 지리정보시스템의 구축을 위해서는 수자원 정보만이 갖는 독특한 특성을 구현할 수 있는 데이터 모델의 개발이 선행되어야 한다.

HyGIS 데이터 모델은 현재 미국에서 연구 중인 ArcGIS Hydro data model(David R. Maidment, 2001, David R. Maidment, 2002)을 벤치마킹 하였으며, 이를 국내의 상황에 적합한 형태로 변환하였다. 즉, 국내의 기본지리정보 데이터 모델 표준 및 수자원 기본지리정보 데이터 모델에 대한 연구를 반영하여 개발한 것이다.

HyGIS 데이터 모델은 공간 DB와 시계열 DB로 구성되어 있으며, 각각의 DB는 고유한 식별자를 이용하여 하천 네트워크와 유기적으로 연계된 형태로 운용될 수 있다. 또한 그림 1과 같이 HyGIS와 다양한 수리·수문·수질모형을 표준화된 형식으로 연계 운영하기 위해 HyGIS 데이터 모델에서 정한 표준화

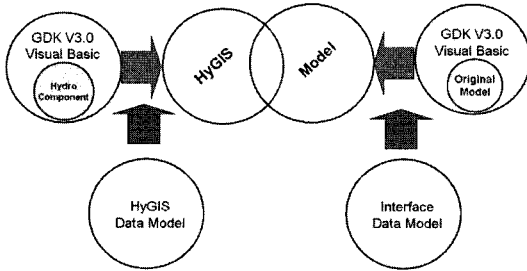


그림 1. HyGIS 데이터 모델의 개발 개념

방안을 준수하는 형태로 인터페이스 데이터 모델을 개발하여 각각의 모형들을 원활하게 상호 연계 운영할 수 있도록 하였다.

2.1.2 HyGIS의 유역공간정보 생성 기능

수자원분야에서 유역의 지형인자는 유역에 대한 수리·수문·수질분석과 유역관리를 위하여 반드시 필요한 자료이다. DEM(Digital Elevation Model)은 고도 값을 가지는 일정한 크기의 격자를 이용하여 유역의 형상을 나타내고 있으며, 이를 이용하여 하천망을 추출하고 유역을 분할함으로써 유역의 다양한 지형인자를 계산할 수 있다. 이러한 DEM을 활용한 기술은 실측된 수치자료가 없는 유역을 대상으로 지형자료를 객관적인 방법으로 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 분포형 수문모형을 개발하기 위해서도 유용하게 사용될 수 있다.

HyGIS에서는 DEM을 분석하여 유역의 다양한 공간정보를 생성할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 이를 위하여 DEM이 가지고 있는 sink와 flat area와 같은 수문지형학적 오류를 보정하는 전처리 과정을 거치게 된다. HyGIS에서는 breaching 알고리즘이 포함된 filling 알고리즘으로 sink를 제거하고, combined gradient 알고리즘을 이용하여 flat area를 제거하고 있으며, DEM 격자의 흐름방향은 D8-method(O' Callaghan과 Mark, 1984)를 이용하고 있다.

HyGIS는 유역과 하천의 지류에 대한 지형인자를 계산할 수 있으며, 이를 위해서 전처리된 DEM을 이

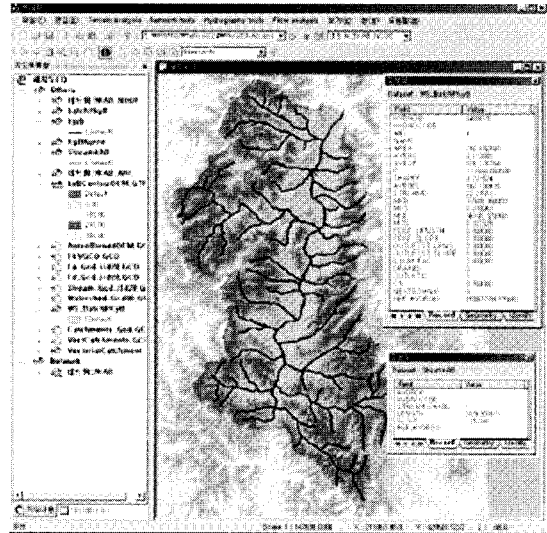


그림 2. 공간 DB의 속성

용하여 하천망을 추출하고 유역경계를 결정하는 기능을 포함하고 있다. 생성된 자료는 그리드와 벡터형태인 공간 DB로 저장되며, 계산된 지형인자는 공간 DB의 속성 값으로 저장된다. 그림 2는 유역과 하천망의 공간 DB의 속성을 조회한 것을 나타내고 있다. 유역의 지형인자로는 유역면적, 유역평균경사, 평균지표유하거리, 유역둘레길이, 형상계수, 유역평균고도, 하천밀도, 최대유하거리, 최대유하거리경사, 최대하천연장, 최대하천연장경사, 최대하천차수 등이 있으며, 하천의 지형인자로는 하천지류의 길이와 경사, 하천차수 등이 있다.

2.1.3 하천 네트워크 기반의 프레임워크 공간 DB 생성 기능

수문모형, 수리모형, 수질모형 등 모든 수자원관련 모형을 이용하기 위해서는 반드시 상·하류를 고려하여 필요한 자료를 입력하여야 한다. 이때 모형에서는 흐름의 방향에 따라 상류에서 하류로 이동하며 원하는 지점에서의 유출량 및 수질, 유속 등을 모의하게 된다.

또한 하천관리를 위해서도 관련 시설물들의 하천에서의 상대적 위치를 파악할 수 있어야 한다. 따라

서 수자원의 분석과 효과적인 유역의 관리를 위한 시스템에서는 어떤 지점이 상류이며, 하류인가를 판단할 수 있는 구조인 하천 네트워크를 기반으로 선형적 참조가 가능한 위상관계가 제공되어야 한다.

HyGIS에서는 유역의 공간정보를 이용하여 자동으로 하천 네트워크 기반의 프레임워크 공간 DB를 생성하며, 모든 정보는 DB로 저장된다. 하천 네트워크는 node와 reach로 구성된다. Node는 하천이 합류하거나 분기하는 지점 또는 수위관측소와 같은 수문학적 분석에서 중요한 지점으로 선정될 수 있으며, reach는 node와 node를 연결하고 있다. HyGIS에서 구축된 공간 데이터는 고유한 HydroID를 가지고 있으며, 이를 이용하여 하천 네트워크와 연계성을 유지하게 된다. 이와 같이 유역내의 모든 공간 객체는 node 및 reach와 연계성을 유지하고 있으며, 이들 node와 reach는 하천 네트워크에서 선형참조를 통하여 유기적으로 연결되어 있다.

그림 3은 하천 네트워크 구축을 위한 시스템에서의 개념도를 나타낸 것이다. 이와 같이 HyGIS는 하천 네트워크 기반의 유역관리시스템을 구축할 수 있는 기능을 제공함으로써 기존의 시스템과 달리 상호 유기적이며, 동적으로 유역 관리를 수행할 수 있도록 하였다.

2.2 HyGIS-Model

2.2.1 HyGIS-Model

HyGIS-Model이란 HyGIS와 연계하여 운영되는 모형들을 총칭하여 부르는 것이다. 현재 HyGIS-Model로는 HEC-HMS, HEC-RAS, SWAT2000, QUAL2E, TOPMODEL이 HyGIS와 연계되어 운영할 수 있게 개발되었으며, 각각의 모형이 HyGIS와 함께 GEOMania Pro/3D에 addon되어 운영된다.

HyGIS-Model에서는 공통된 DB(spatial or non-spatial DB / static or dynamic DB)를 통하여 수리·수문·수질 모형에 필요한 입력 자료를 제공하며, 모형 수행결과를 다시 DB(spatial or non-spatial dynamic DB)로 저장하여 DB를 기반으로 통합 운영이 가능한 시스템이다(표 1 참조).

여기서 Static이라는 개념은 일정한 기관에서 공통적으로 제공될 수 있는 특성을 가진 자료를 의미하며, Dynamic이라는 것은 제공된 Static 자료를 이용하여 사용자에게 의해 변환되거나 분석되는 특성을 가진 것들을 의미한다. 즉, 앞에서도 언급하였듯이 필자의 경험으로는 수자원 분야에서 GIS를 이용하기 위해서 가장 어려운 것이 기본적인 자료를 구축하는 것이었다. 만약, 어떤 시스템에서 필요한 기본적인

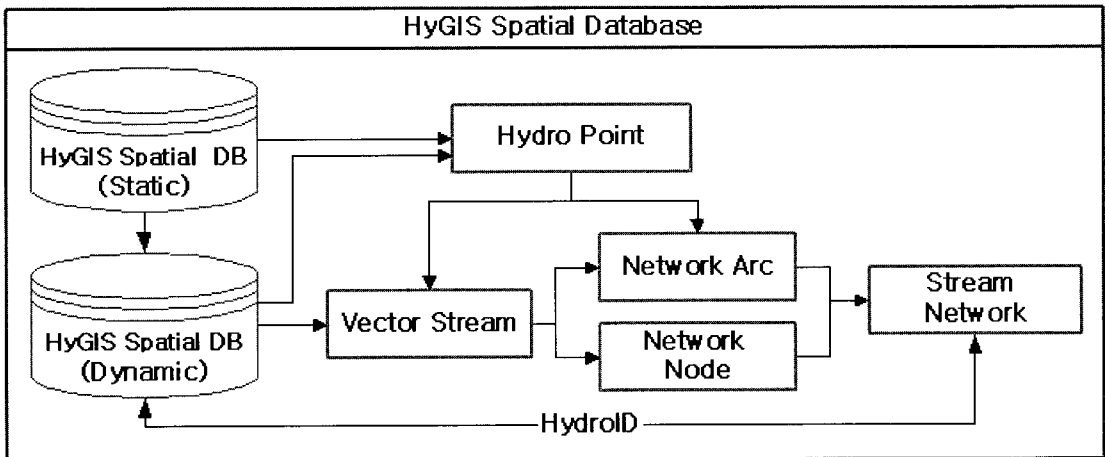


그림 3. 하천 네트워크 기반의 공간 DB의 구성

표 1. HyGIS-Model 통합환경에서의 개념적 데이터베이스의 정의

구분	설 명
HyGIS Static 공간 DB	수자원 모형에서 공통적으로 사용할 수 있고, 사용자 임의로 변경될 수 없는 공간 자료
HyGIS Dynamic 공간 DB	HyGIS Static 공간 DB를 가공하여 생성되는 공간 자료
HyGIS Static 시계열 DB	수문 혹은 기상관측소에서 관측된 시계열 자료
HyGIS-Model Dynamic 시계열 DB	HyGIS Static 시계열 DB의 자료를 이용하여 사용자가 가공한 시계열 자료와 HyGIS-Model의 구동결과 중 시계열 형태로 표현될 수 있는 자료
HyGIS-Model Static 비공간 DB	HyGIS-Model에서 사용되는 자료 중 공간 자료와 시계열 자료를 제외한 모든 비공간 자료로 사용자 임의로 변경될 수 없는 것
HyGIS-Model Dynamic 비공간 DB	HyGIS-Model Static 비공간 DB를 이용하여 가공한 비공간 자료와 모형 구동에 필요한 비공간 자료 중 사용자 임의로 가공할 수 있는 것

공간 정보(Static DB)를 표준화된 형태로 제공한다 면 많은 사람들이 어려움을 겪지 않고 손쉽게 이용할 수 있을 것이라는 개념을 HyGIS를 설계할 때 포함한 것이다. 따라서 향후 HyGIS의 공급과 더불어 이러한 Static 개념을 갖는 많은 시공간정보를 제공함으로써 사용자가 HyGIS를 보다 손쉽게 활용할 수 있도록 할 예정이며 그림 4는 이러한 DB를 기반으로 HyGIS-Model의 통합운영 개념을 나타낸 것이다.

2.2.2 HyGIS-SWAT

HyGIS-SWAT은 SWAT2000을 HyGIS와 인터

페이스 수준에서 연계 운영할 수 있도록 개발된 시스템이다. 이를 위하여 SWAT 모형의 분석과 기존에 사용되던 GIS와 연계된 SWAT 시스템을 분석하였으며, 이를 기반으로 HyGIS-SWAT에서 필요로 하는 DB를 설계 및 구축하였다.

HyGIS-SWAT의 공간 데이터 모델, 비공간 데이터 모델, 시계열 데이터 모델의 구조와 운영은 HyGIS 데이터 모델과 HyGIS-Model의 통합운영 표준을 준수하였다.

따라서 HyGIS-SWAT은 HyGIS에서 운용되는 시공간 DB를 완전 연계된 형태로 이용할 수 있으며,

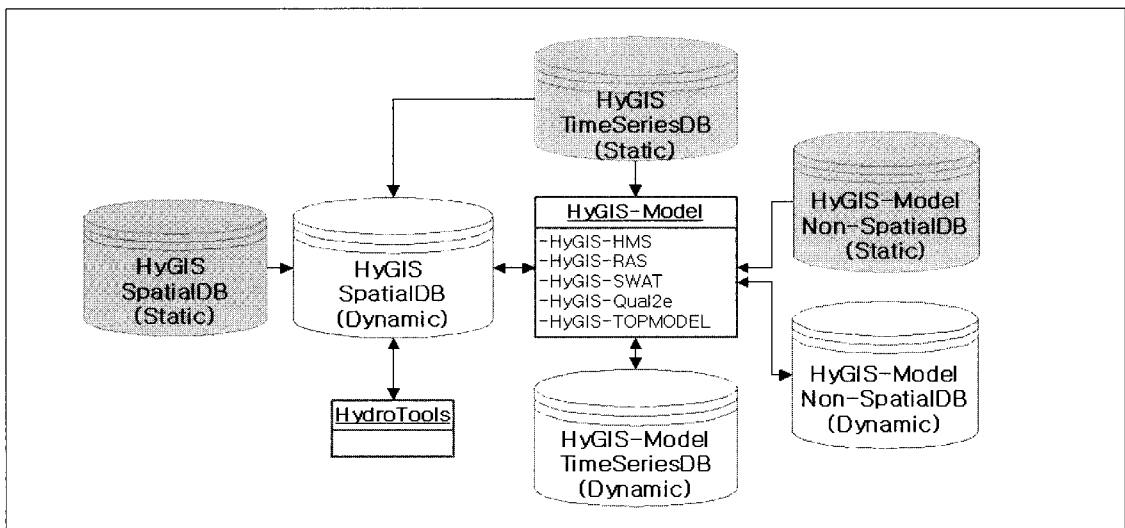


그림 4. HyGIS-Model의 통합 운영

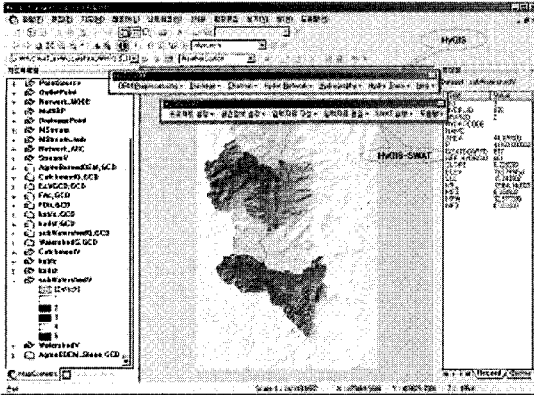


그림 5. HyGIS-SWAT의 수행 화면

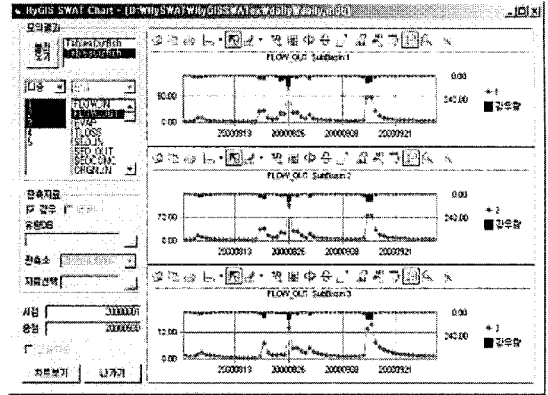


Chart 전문 모듈을 이용한 다양한 그래프 기능을 제공함으로써 분석결과를 보고서에 그대로 수록할 수 있도록 하였다. 그림 5는 HyGIS-SWAT의 수행화면을 나타낸 것이다.

2.2.3 HyGIS-TOPMODEL

HyGIS-TOPMODEL은 기존의 TOPMODEL (Beven 등, 1995)을 GDK와 Visual Basic을 이용하여 재구현한 것으로 TOPMODEL의 구동시 필요한 모든 시계열자료와 공간자료를 HyGIS의 시공간 DB로부터 입력받고, 모형의 매개변수를 결정하기 위하여 유전자 알고리즘을 이용할 수 있도록 개발하였다. (그림 6 참조)

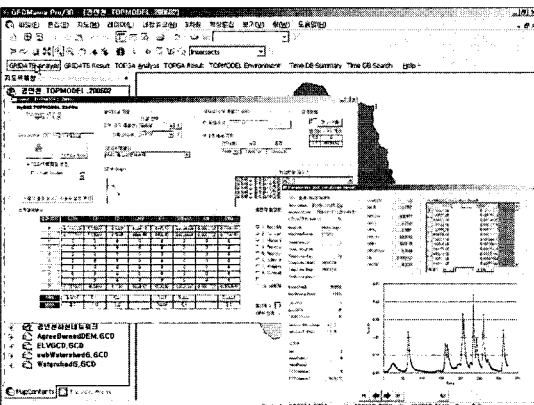


그림 6. HyGIS-TOPMODEL의 수행화면

2.2.4 HyGIS-HMS

HyGIS-HMS는 HyGIS에서 계산되는 지형특성 인자를 이용하여 HMS 모형에서 이용되는 매개변수를 자동으로 산정할 수 있도록 하였다. 또한, HEC-1 사용자를 위하여 HEC-1과의 연계 모듈도 제공하고 있으며, HEC-1의 분석 결과는 Chart 전문 모듈을 이용하여 손쉽게 활용할 수 있도록 하였다.

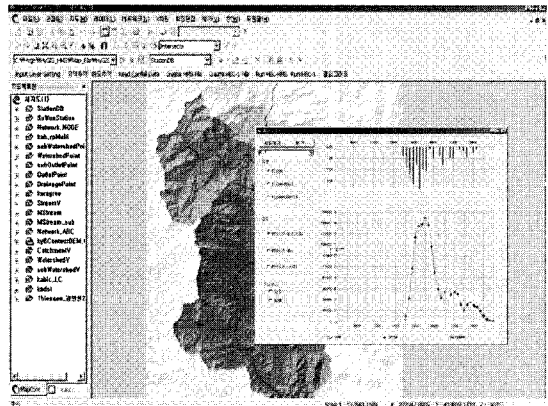


그림 7. HyGIS-HMS의 수행화면

2.2.5 HyGIS-RAS

HyGIS-RAS는 1차원 하천해석 모형인 HEC-RAS의 활용성을 높이기 위하여 HEC-RAS에서 요구하는 Geometry 정보를 HyGIS에서 구축하여 제공하고 RAS의 결과를 지형과 비교하여 HyGIS 화면 상에서 침수심을 가시화하는 기능을 제공하고 있다.

현재는 RIMGIS에서 제공되는 자료를 표준으로 하여 운영되도록 설계되었으며, 향후 TIN 생성 기능을 향상하여 범용적으로 사용할 수 있도록 개선할 계획이다.

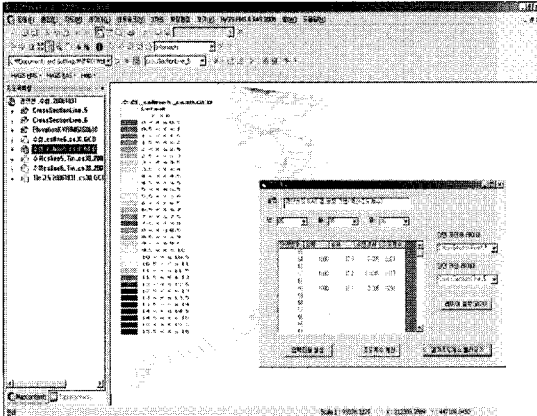


그림 8. HyGIS-RAS의 수행화면

2.2.6 HyGIS-QUAL2E

HyGIS-QUAL2E는 하천의 1차원 정상/동적상태에서 15가지 수질을 예측할 수 있는 모형인 QUAL2E를 연계한 것이다. 특히, HyGIS와 연계하여 표준화된 모델링 절차를 제공함으로써 절차 혼동으로 인한 오류 발생 요소를 제거하고 수질 모델링에 필요한 Data를 분석하여 불필요한 절차를 제거함으로써 모델링 절차를 표준화, 간소화하였다.

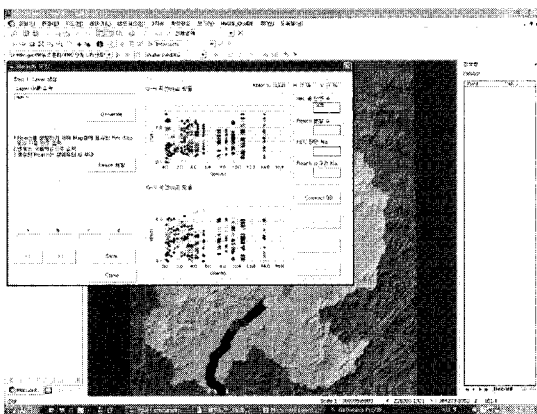


그림 9. HyGIS-Qual2E의 수행화면

4. 맺음말

본 고에서는 국내 기술로 개발하여 Beta Version의 출시를 앞두고 있는 HyGIS에 대하여 간략히 소개하였다. HyGIS는 수리·수문·수질 분석 및 유역관리 분야에서 편리하고 유용하게 활용할 수 있으며, GIS를 기반으로 하는 응용프로그램 개발시 시스템으로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

HyGIS 데이터 모델은 GIS DB를 기반으로 운영되는 HyGIS의 설계 개념을 제시하고 있다. HyGIS에서는 이를 구현하기 위한 다양한 공간정보 생성기능과 하천 네트워크를 기반으로 유역을 구성할 수 있는 기능을 개발하여 제공하고 있으며, 이러한 기술은 수자원을 비롯한 여러 분야에서 GIS 기반의 응용프로그램을 개발할 때 다양하게 응용될 수 있는 기반 기술의 역할을 수행할 수 있을 것이다.

또한 본 연구를 통하여 GIS와 시계열 및 비공간 DB를 통합 운영할 수 있는 기술을 확보할 수 있었으며, 향후 지속적인 연구를 통하여 HyGIS의 안정화 및 기반 기능의 개선을 통해, 수자원 분야에서 유용하게 활용될 수 있는 시스템으로 자리 잡을 수 있기를 기대한다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프런티어 연구개발 사업인 「수자원의 지속적 확보기술 개발 사업」(과제번호 : 1-2-3)의 연구비 지원에 의해서 수행되었습니다.

참고문헌

1. Beven, K., Lamb, R., Quinn, P., Romanowicz, R. and Freer, J. (1995). TOMODEL. Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publication, Chapter 18. pp.627-

- 668.
2. David R. Maidment(2001). ArcGIS Hydro Data Model – Second Draft Data Model and Book Manuscript. GIS in Water Resources Consortium, Held at the 21st Annual ESRI User Conference in San Diego, California. 3(1)-6(21).
 3. David R. Maidment(2002). Arc Hydro – GIS for Water Resources. ESRI.
 4. Kyung Tak, Kim and Yun Seok, Choi(2006). “Development of Korean Hydro Geographic Information System”. 2006 Spring Speciality Conference on GIS and Water Resources IV. AWRA, Houston, Texas.
 5. O’ Callaghan, J.F. and D.M. Mark(1984). The extraction of drainage networks from digital elevation data. Computer vision, graphics, and image processing 28:324-344.
 6. 과학기술부(2004). 시공간자료 활용기술 개발. 21세기 프론티어연구개발사업 수자원의 지속적 확보 기술개발사업.
 7. 김경탁, 최윤석(2005). “DEM에서의 sink와 flat area 처리 알고리즘에 대한 비교 검토”. 한국지리정보학회지. 8(4). pp.91-101.
 8. 김경탁, 최윤석(2006a). “한국형 수자원지리정보 시스템 HyGIS의 개발”. 건설기술정보. 한국건설기술연구원. 2006년 9월호.
 9. 김경탁, 최윤석(2006b). “HyGIS와 수문모형의 연계 시스템 개발을 위한 데이터 모델링에 관한 연구”. 2006년 한국수자원학회 학술발표회 논문집. pp.874-878.
 10. 김경탁, 최윤석(2006c). “수자원 GIS와 프런티어 사업의 HyGIS”. 전원과자원, 한국농공학회. 48(3), pp.36-42.
 11. 김경탁, 최윤석, 김주훈(2004). “하천 네트워크 기반의 유역관리시스템 개발을 위한 프레임워크 공간 DB 구축에 관한 연구”. 한국지리정보학회지. 7(2). pp.87-97.
 12. 최윤석, 김경탁(2006). “HyGIS와 SWAT2000 모형의 연계 시스템(HyGIS-SWAT) 개발”. 2006년 한국수자원학회 학술발표회 논문집. pp.370-374. 