

지리정보시스템을 이용한 새만금 해양환경정보시스템 구축

김진아^{1*} · 김창식² · 박진아³

Implementation of Saemangeum Coastal Environmental Information System Using GIS

Jin-Ah KIM^{1*} · Chang-Sik KIM² · Jin-Ah PARK³

요 약

새만금 방조제 건설 및 토지 개발사업에 따른 해양환경변화 모니터링 및 예측을 위하여 2002년부터 실시간 또는 정기 해양관측 및 수치모델 시뮬레이션을 수행하고 있다. 새만금 해양환경자료는 크게 해양기상, 해양물리/해수유동, 해양수질, 해양생태계, 해저 지형/지질 분야로 분류되며, 각 분야별 관측 및 예측을 통해 지속적으로 생산되는 자료는 10여년에 걸쳐 축적되고 있다. 수집된 해양환경자료는 대용량의 다차원 다변수 시·공간적 분포 특성을 갖는 이질적 자료이기 때문에 이러한 특성을 고려하여 효과적으로 자료의 수집·처리·관리·제공이 가능한 정보시스템 개발은 필수적이다. 이에 본 논문에서는 지리정보시스템과 연계된 웹 기반 새만금 해양환경정보시스템 구축을 통하여 분야별로 축적된 새만금 해양환경정보를 통합적으로 수집·관리하며, 직관적이고 효율적인 웹 사용자 인터페이스 구성과 statistical graphs 및 thematic cartography를 적용한 자료의 과학적 가시화를 통해 방대하고 복잡한 자료의 효과적인 조회 및 분석이 가능하다. 나아가 지오프로세싱을 통한 공간분석을 통해 장기간에 걸친 변화 양상에 대한 정량적 분석을 통하여 새만금의 친환경적 개발을 위한 과학적 근거 제시 및 의사결정 지원을 위한 도구로 활용되고 있다. 또한 원활한 웹 기반 정보 서비스를 위해 다중 맵 캐쉬, 다중 레이어, 공간 데이터베이스 구축 등도 병행되었다.

주요어 : 지리정보시스템, 새만금, 해양환경정보시스템, 과학적 가시화, 공간분석

ABSTRACT

To monitor and predict the change of coastal environment according to the construction of Saemangeum sea dyke and the development of land reclamation, we

2011년 10월 7일 접수 Received on October 7, 2011 / 2011년 11월 11일 수정 Revised on November 11, 2011 / 2011년 12월 5일 심사완료 Accepted on December 5, 2011

1 한국해양연구원 기후연안재해연구부 Climate Change & Coastal Disaster Research Department, Korea Ocean R&D

2 한국해양연구원 해양환경방재연구부 Marine Environments & Conservation Research Department, Korea Ocean R&D

3 한국과학기술원 전산학과 Department of Computer Science, KAIST

* 연락처 E-mail : jakim@kordi.re.kr

have done real-time and periodic ocean observation and numerical simulation since 2002. Saemangeum coastal environmental data can be largely classified to marine meteorology, ocean physics and circulation, water quality, marine geology and marine ecosystem and each part of data has been generated continuously and accumulated over about 10 years. The collected coastal environmental data are huge amounts of heterogeneous dataset and have some characteristics of multi-dimension, multivariate and spatio-temporal distribution. Thus the implementation of information system possible to data collection, processing, management and service is necessary. In this study, through the implementation of Saemangeum coastal environmental information system using geographic information system, it enables the integral data collection and management and the data querying and analysis of enormous and high-complexity data through the design of intuitive and effective web user interface and scientific data visualization using statistical graphs and thematic cartography. Furthermore, through the quantitative analysis of trend changed over long-term by the geo-spatial analysis with geo-processing, it's being used as a tool for provide a scientific basis for sustainable development and decision support in Saemangeum coast. Moreover, for the effective web-based information service, multi-level map cache, multi-layer architecture and geospatial database were implemented together.

KEYWORDS : *GIS, Saemangeum, Coastal Environmental Information System, Scientific Visualization, Spatial Analysis*

서 론

새만금 개발사업은 군산과 부안을 연결하는 세계최장의 33km 방조제 축조를 통해 간척토지 28,000ha와 호소 11,800ha (총 40,100ha, 여의도 면적 140배)를 개발하는 국책사업으로 1991년부터 2010년 까지 외곽 시설 공사, 2011년부터 2020년까지 내부개발을 통해 경제와 산업, 관광을 아우르는 동북아 경제중심지 건설을 목표로 하고 있다. 이에 새만금 방조제 건설에 따른 해양환경 변화의 과학적 모니터링 및 창의적 예측 기술개발로 인위적 해양개발로 인한 악영향을 최소화하기 위해 2002년부터 한국해양연구원에서는 새만금 해양환경 보전대책을 위한 조사연구 사업을 수행하였다(국토해양부, 2011).

해수유동 및 해양물리 관측을 위해 방조제 내·외측에 설치된 고정점 관측소 두 곳과 여러 대의 관측부이 운영을 통해 끝막이 전후

해류변화 및 고군산군도 유동조사, 새만금 호내측 이화학적 수질 모니터링, 고주파레이더에 의한 표층류 모니터링 등을 실시하였다. 방조제 내·외측 수질변화, 조석에 따른 수질환경 변화 등을 분석하기 위하여 하계 성층에 따른 수질조사, 조하대 퇴적물 및 기회 생물종 조사, 새만금호의 일반수질, 영양염, 물질수지 등을 조사하고 산정하였다. 방조제 건설에 따른 부유/저서 생태계 모니터링 및 장기변화 분석을 위해 새만금 외해역 갯벌 퇴적환경 및 유기물 조사, 고군산군도 주변 갯벌 및 대항갯벌의 대형저서동물 군집조사, 새만금 내·외측 조하대 대형저서동물 군집조사, 4호 방조제 하부 암반 서식지 자원 생물조사, 플랑크톤 생체량 및 군집조사 등이 이루어 졌다. 개발에 따른 지형/지질변화 및 외해역 해저환경 이용을 위하여 고군산군도 내측, 1, 2호 방조제 내외측, 변산 해빈의 해저지형 및 퇴

적물 특성조사도 병행되었다.

또한 갑문을 통한 해수유통 및 내부개발에 따른 수치모델링을 이용한 시뮬레이션을 통하여 해수유통 및 수질변화를 사전에 예측하고 있다.

이를 통해 수집된 자료들은 종류도 다양할 뿐 아니라 형식도 각기 다르며 자료량 또한 방대하다. 해양환경의 변화는 여러 요소의 복합적인 상호작용에 의해 일어나는 복잡한 현상이므로 이의 파악과 분석을 통한 이해와 원인규명을 위해서는 이 모든 자료들에 대한 깊은 이해와 관찰, 분석이 필요하다. 이를 위해 여러 분야의 분산된 자료를 통합관리하고, 과학적 가시화를 통해 표출하며, 시·공간 분석이 가능한 새만금 해양환경정보시스템을 구축하였다.

이는 새만금 지역의 과거, 현재, 미래의 해양환경정보를 통합적으로 제공함으로써 사용자들에게 손쉽게 정보를 전달하고, 나아가 새만금의 친환경 개발 및 재해예방 등 실질적인 문제해결을 위해 이용되는 등 효과적인 정보 서비스 제공 및 공간/통계 분석을 통한 의사결정 또는 정책결정에 효과적으로 활용될 것을 기대한다.

연구지역

대한민국 서해안 중앙부에 위치한 새만금은 전라북도 군산, 김제, 부안에 걸쳐있으며(그림 1), 그 면적은 401km²로 세종시의 5.8배, 송도신도시의 16배 정도이다.

1991년 새만금 간척공사가 기공되어 1998년 4.7km의 1호 방조제, 1994년 2.7km의 3호 방조제, 2003년 11.4km의 4호 방조제, 2006년 9.9km의 2호 방조제가 차례로 완성되었으며, 2010년 새만금 방조제 준공식이 이루어 졌으며, 현재는 방조제 내부 토지개발이 진행 중이다.

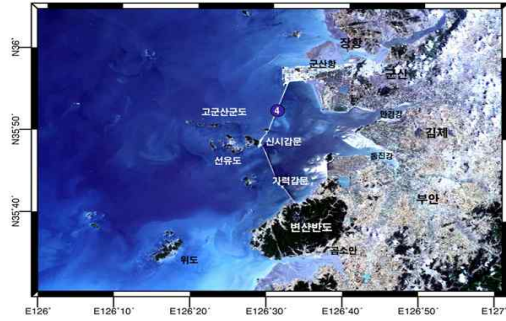


FIGURE 1. 새만금 연구대상 영역

방조제 건설에 따른 해양환경을 모니터링하기 위해 그림 2(a)와 같이 물리/해수유통, 수질 변화를 살펴보기 위하여 방조제 내외측 및 주변 지역을 대표할 있는 관측정점을 설정하였고, 2(b)와 같이 고정관측소 두 곳과 세 개의 관측부이를 설치하고, 파랑 및 해류 관측장비를 계류하여 연속모니터링 하였다.



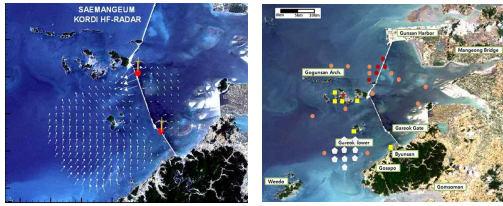
(a) 정기관측 정점 (b) 연속관측 정점

FIGURE 2. 물리/해수유통 및 수질관측 정점도

그림 3은 각각 갑문 주변 표층 해류 관측을 통한 해수유통 모니터링을 위한 고주파 레이더 설치 및 부유/저서생태 조사 정점을 보여주고 있다.

또한 3차원 파랑모델 SWAN과 결합된 운해양모델 ROMS를 이용한 새만금 해역예측 시스템 구현을 통하여 조위, 조류, 수온, 염분 등의 해양환경 예측자료를 생산하고 있다 (Lim *et al.*, 2011). 또한 내부개발로 인한 방조제 공사와 만경강, 동진강의 유입수로 인한 방조제 내측 담수의 수질 악화를 사전에 예측하고 배수갑문을 통한 해수유통을 통한

수질개선을 위해 수질 예측모델링을 통해 시물레이션하고 있다. 수질모델은 curvilinear 형태의 가변격자 시스템을 사용함으로써 연안 근처에서는 50m 이하의 조밀한 셀로 구성되어 있고 외해로 갈수록 셀의 크기가 커져서 최대 500m 정도의 공간 수평해상도를 갖고, 수직으로는 20개 층을 갖는 220×220×20의 격자시스템을 갖는다.



(a) 표층해류 관측정점 (b) 부유/저서생태 관측정점

FIGURE 3. 해수유통 및 부유/저서생태 관측 정점도

해양환경 자료

본 논문에서 다루고 있는 새만금 해양환경 자료는 자료의 생산방법에 따라 크게 관측자료와 예측자료로 분류할 수 있으며, 이에 따라 자료형식이 상이하므로 이를 기준으로 관측항목들을 분류하여 설명하고자 한다. 표 1은 해양자료 분류기준 (Bremen *et al.*, 2002)에 의거하여 새만금 해양환경자료를 속성별로 분류한 것이다.

TABLE 1. 새만금 해양환경자료의 속성별 분류

분류	변수	예
Feature Point	ID	관측정점
	X, Y Z	
포인트	ID	CTD, YSI 캐스팅, 조위관측, 관측장비 계류, 부유/저서 생태계 조사
	$\Delta X, Y$	
	ΔZ	
	m_1, \dots, m_2 t_1, \dots, t_2	
Time Series	ID	층별 관측장비

Point	$\Delta X, Y$	
	ΔZ	
Profile Line	t_1, \dots, t_2	부유사 이동, 수심 프로파일, 단면조사
	ID	
	X, Y	
	M_1, M_2 Z_1, Z_2, \dots	
라인	ID	조사선박 트래킹, ROV, ARGO drifter
	$X_1, Y_1, X_2, Y_2, \dots$	
	M_1, M_2 Z_1, Z_2, \dots m_1, m_2, \dots t_1, t_2, \dots	
Feature Area	$X_1, Y_1, X_2, Y_2, \dots, X_1, Y_1$	서식영역
	Z	
영역	ID	고주파레이더
	$X_1, Y_1, X_2, Y_2, \dots, X_1, Y_1$	
Time Duration Area	Z	
	M	
Regularly/ Irregularly Interpolated Surfaces	$row_1, col_1, \dots, row_n, col_n$	수심, 소나 또는 라이다 이용 유한체적 공간측량
	$Z_{r,c,1}, \dots, Z_{r,c,n}$	
래스터 /그리드 /메쉬	ID	
	$X_1, Y_1, Z_1, Z_2, Y_2, Z_2$ \dots, X_1, Y_1, Z_1	
Mesh Volume	m or m_1, \dots, m_n	수치모델 시물레이션
	t or t_1, \dots, t_n	
	$ncols, nrows, nlayers$ in scientific mesh, multipatch	

1. 관측자료

해상 관측탑, 관측타워, 관측부이, 고주파레이더 등 고정관측소에서 실시간 관측을 통해 기온, 습도, 풍향, 풍속, 수온, 염분, 조위, 유속/유향, 파랑, 표층해류 등의 관측항목들이 매 10분 간격으로 전화통신망을 이용해 아스키형식의 텍스트 포맷으로 ftp 서버로 전송되고 있다.

수질 정기조사는 방조제 외측해역 10정점, 내측해역 2정점의 월별 수질 조사, 배수갑문 유출수 조사 주 2회, 봄·여름철 빈산소층 조사, 해저퇴적물 유기오염상태조사 등을 통해

표층 및 저층의 COD, TP, TN, SS, POC, DOC, Chl-a, NH₄, NO₂, PO₄, Salinity, 중금속 등의 관측항목을 조사하였다. 외해역 유용저서생물 자원현황 조사 및 변화분석을 위해 고군산군도 일대와 방조제 주변 해역의 조간대 및 조하대의 계절별 패류 자원량 조사를 통해 규조류, 편모류, 녹조류 등의 식물플랑크톤과 copepod, cladocera, benthos larvae 등의 후생동물플랑크톤 등의 출현종과 개체수를 파악하였다. 정기조사를 통한 관측자료는 후처리 및 시료분석 등을 통하여 월별 아스키 형식의 엑셀파일 포맷으로 전송받았다.

수집된 원시자료는 관측항목 기록규칙에 따라 위·경도, 수심의 위치정보와 관측값으로 파싱되어 오라클 데이터베이스에 저장되고, 실시간 관측자료 제공을 위한 웹 UI를 통해 서비스되며 매 10분마다 갱신된다. 또한 관측기간 조회를 통해 데이터베이스 과거자료를 데이터 테이블과 시계열 그래프 형태로 제공한다.

2. 예측자료

운용해양모델 ROMS (Regional Ocean Modeling System)를 이용하여 72시간 새만금 해역의 조류, 조위, 파랑, 수온, 염분, 부유사 이동 등의 자료를 생산하고 있다. 72시간 기상자료를 모델외력으로 사용하여 12시간 이전의 예측모델 결과로부터 현재시간의 자료를 초기자료로 변환된 기상외력과 함께 예측모델을 실행하여 하루 두 번 72시간 새만금 해양환경정보를 생산하게 되며, 계산된 결과는 NetCDF 형식으로 연산서버에 저장된다.

NetCDF (Network Common Data Form)는 격자자료저장을 위해 개발된 바이너리 파일포맷으로 다차원 격자망에서 컴퓨터로 계산되는 방대한 자료를 수용할 수 있다. NetCDF 파일의 파싱을 통해 지리정보시스템에서 공간정보로 표출하기 위한 피쳐클래스, 래스터 또는 데이터 테이블로 변환한다.

위·경도, 수심, 시간과 이 공간정보에 매핑

되는 격자값 즉, voxel 값을 추출하여 포인트 피쳐클래스를 생성하고 이를 공간 데이터베이스 테이블에 저장한다.

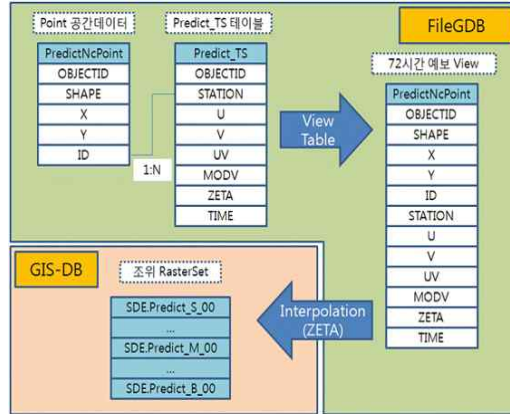


FIGURE 4. 조류 및 조위정보 데이터베이스 테이블 속성 및 관계

그림 4는 예측된 조류 및 조위자료 저장을 위한 데이터베이스 테이블 속성 및 관계를 보여주고 있다. 72시간 모델 격자 포인트가 고정적 위치의 공간데이터로 분포이므로, netCDF 파일을 변환한 데이터는 predict_TS 테이블에 시간대별로 저장하여, 포인트 공간데이터와 Predict_TS 테이블 조인하여 72시간 예보용 데이터 테이블 생성, 산술연산을 통해 각 예측항목 값을 계산한다. 이들 각 예측항목을 지도와 함께 표출하기 위해서 크리깅 보간법 (Kriging Interpolation)을 사용하고 셀 크기를 서비스 해상도에 맞게 최적화하여 공간상 컬러맵을 생성하고 이를 서비스 하게 된다.

GIS를 이용한 해양환경자료 처리 및 표출

관측 및 예측을 통해 수집되고 파싱되어 데이터베이스에 저장된 자료들은 그림 5와 같이 지오프로세싱을 통해 포인트 또는 래스터 및 벡터 형태로 맵 서비스 된다.

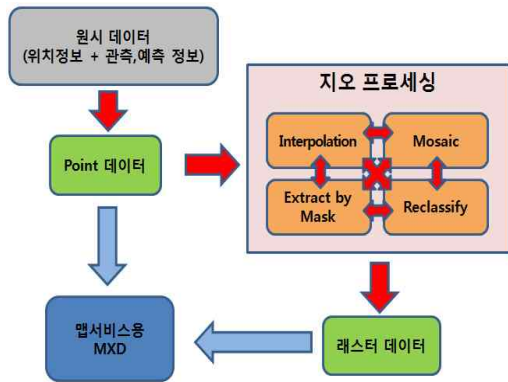


FIGURE 5. 해양환경자료의 맵서비스 절차

Ftp, 이메일, 수동기록 등을 통해 수집되는 원시자료는 파일형식과 데이터 작성규칙에 맞게 파싱되어 데이터베이스에 저장된다. 이때 수치모델을 통한 예측자료의 경우 3차원 공간과 시간의 분포를 갖는 다변수 특성을 갖게 되고, 특히 시공간 해상도에 따라 자료의 양이 급격하게 증가하므로, 이를 효율적으로 관리할 수 있는 공간 데이터베이스를 구축하였다.

이렇게 전처리된 데이터들을 베이스 맵에 매핑하여 서비스 하기 위해서는 지오프로세싱 과정이 필요하다. 지오프로세싱이란 연관성 있는 공간자료를 처리하여 새로운 정보를 가공하기 위한 여러 연산들로 구성되며, 나아가 공간분석을 위해서도 사용된다. 일반적으로 지오레퍼런싱, 피쳐 생성 및 분석, 토폴로지 및 래스터 프로세싱, 자료변환 등의 연산들이 주로 사용되며, 새만금 지역의 방조제 내외측의 상이한 지역적 특성을 고려한 자료처리를 위해 추가적으로 마스크, 클리핑, 재분류, 모자이크와 같은 산술연산들이 추가적으로 사용되었다.

각 데이터의 위치정보값인 x, y 좌표값 (위·경도)을 이용하여 2차원의 포인트 데이터를 생성하고, x, y 좌표세트를 이용하여 라인 데이터를 생성한다. 관측 포인트 데이터를 내삽(interpolation)하고, 그 결과를 폴리곤으로 변환하되 내삽 과정 중 관심영역 이외의 데이터는 클리핑하여 불필요한 정보를 제거 후 지

도 상에 표출할 폴리곤을 생성한다. 또한 포인트 데이터를 이용하여 내삽된 래스터 데이터를 폴리곤 데이터로 변환할 수도 있으며, 폴리곤 데이터의 단순화를 위해 내삽을 통해 생성된 래스터 데이터를 일차변환하여 생성된 다수의 폴리곤으로 표현하고자 하는 급간으로 재분류할 수 있다.

3차원 포인트 데이터는 위치정보 값과 관측/예측 값을 이용하여 공간정보로 생성할 수 있고, 보간을 통해 공간데이터 (분포도) 생성 및 시계열 정보와 데이터 항목을 갱신한다. 벡터 형식의 포인트 데이터는 위치정보 값과 관측/예측 값의 크기와 방향을 이용하여 공간정보로 생성되며, 풍향, 풍속, 조류 등을 표출하게 된다. 일련의 작업들은 관측 및 예측주기에 따라 연속적으로 수행되며, 이 모든 프로세스들은 자동화되어 있다.

과학적 자료를 표출하기 위한 방법은 크게 통계적 그래픽과 thematic cartography 방법으로 나눌 수 있다. 통계적 그래픽에는 scatter plots, 히스토그램, box plots 등의 방법이 있고, thematic cartography 는 특정 지리정보영역에 데이터를 매핑하여 보여주는 방법으로 choropleth, proportional symbol, isarithmic, dot, dasymetric map 등이 있다.

표 1의 각 자료 속성에 맞게 가장 직관적이면서 효과적인 방법으로 자료를 표출하기 위해 관측자료는 주로 통계적 그래픽 방법을 예측자료는 thematic cartography 방법을 적용하여 베이스 맵에 매핑하여 표출하였다.

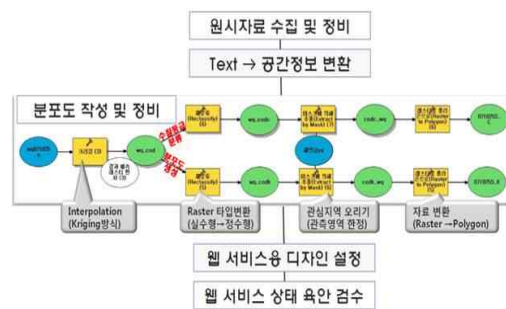


FIGURE 6. 수질자료의 지오프로세싱 절차

예로 COD, TP, TN, DO, Chl-a 등의 수질 관측값을 이용한 수질 분포도 및 수질등급의 공간표출을 위해 그림 6과 같은 지오프로세싱 절차를 통해 그림 7과 같은 수질분포도 dasymetric map을 작성하였다.

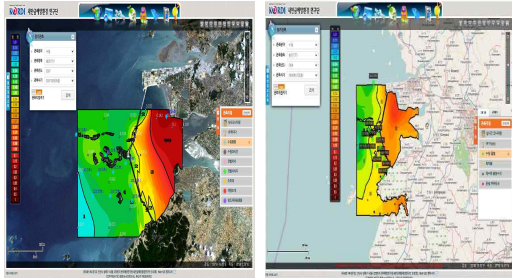


FIGURE 7. Dasymetric map을 이용한 수질분포도 웹 서비스

지형지질 자료 또한 dasymetric map을 이용하여 해저지형 분포형상을 표출하게 되며 그림 8은 1, 2호 방조제의 2006년 3월과 6월의 지형변화를 dasymetric map을 통해 보여주고 있고, 변화값을 동시에 조회할 수 있다.

부유/저서생태계 관측자료를 통해 출현종별 위치와 개체수는 그림 9와 같이 proportional symbol을 통해 표출되며, 위치별 출현비율은 파이형태의 proportional symbol을 통해 나타낼 수 있다.

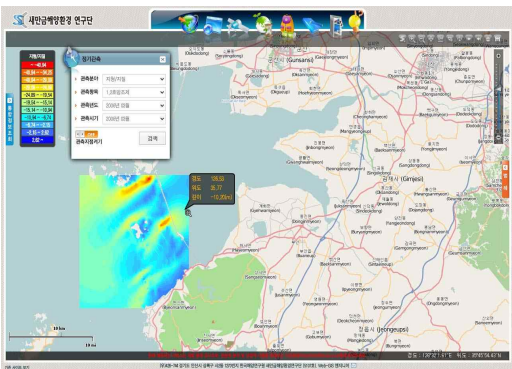


FIGURE 8. 지형변화량에 대한 dasymetric map 및 정량적 분석

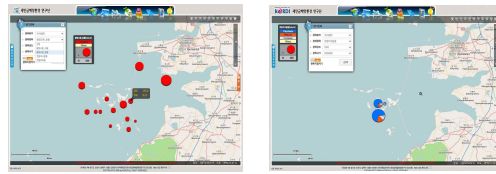


FIGURE 9. Proportional symbol을 이용한 동물 플랑크톤 및 갯벌 저서동물 종류 분포도

새만금 해양환경정보시스템 구축

10여 년간의 새만금 해양환경 조사연구를 통해 수집되고 실시간으로 관측, 예측되고 있는 이종의 방대한 자료에 대한 정보서비스를 위하여 웹기반 정보시스템을 구축하였다. 특히 해양환경자료의 특성상 위·경도 및 수심이 라는 위치정보를 기본적으로 포함하고 있으면서 시·공간상에 다차원 다변수의 형태로 분포하고 있어, 이의 효과적인 처리 및 과학적 표출과 분석을 위해 ESRI사의 ArcGIS 함수 라이브러리를 웹 프로그래밍과 연동하여 자료를 지오프로세싱하였다.

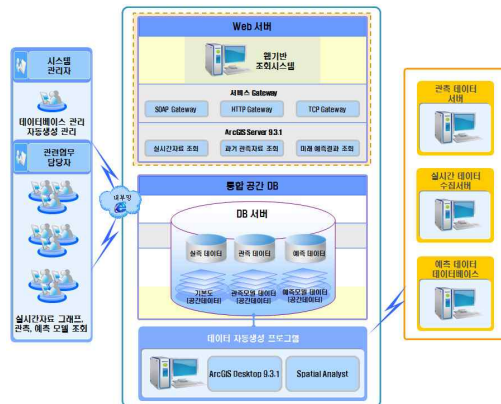


FIGURE 10. 시스템 구성도

시스템은 크게 웹 서버와 데이터베이스 서버, 자료처리를 위한 연산용 워크스테이션으로 구성되며, 그림 10과 같다.

공간데이터의 편집 및 검색과 조회, 지오데이터베이스의 관리를 위해 GIS 편집 도구인 ArcGIS Editor를 사용하였고, TIN 분석, DEM

생성 및 3차원 공간분석을 위해 ArcGIS 3D Analyst와 Spatial Analyst를 이용하였다. 인터넷 상에서 지도서비스를 구현하기 위하여 인터넷 맵서버로 ArcGIS Server와 Flex API를 이용하여 개발하였다. 그 외에 자료 수집, 처리, 데이터베이스 저장, 무결성 검사, 자동화 등을 위해 MS Visual Studio 2008 환경에서 C# 언어를 사용하였으며, 데이터베이스MS는 오라클 10g 및 ArcGIS Server의 GIS 공간 데이터베이스 관리 도구를 사용하였다.

그림 11은 구축된 새만금 해양환경정보시스템의 메인화면으로 지도의 공통기능인 인덱스 맵, TOC, 레이어 ON/OFF, 지도제어 (확대/축소/이동), 데이터 조회 (검증) 기능이 있으며, 측정지점 및 예측영역과 관심항목 시공간 조회, 분포도 확인, 정보조회 및 확인, 분석 기능을 제공한다. 기본맵으로는 openstreet 맵과 새만금 지역 고해상도 위성영상을 매쉬업하였다.



FIGURE 11. 새만금 해양환경정보시스템

그림 12는 실시간 관측자료 및 과거 자료 조회에 따른 결과 및 그림 12는 예측자료의 벡터와 래스터 방식의 정보표출 장면을 보여주고 있다. 매 10분 간격으로 관측되는 해양, 기상 자료는 통합정보창을 통해 최근자료가 보여지고, 매 1시간 간격으로 네 방향에서 촬영된 갑문 영상 및 HF 레이더를 통한 표층해류 공간분포와 하루 두 번 72시간 예측되는 예측정보 조회를 위한 통합된 UI들이 메인창

에 보여진다.



FIGURE 12. 주요 관측지점별 실시간 관측값 및 과거자료 조회

통합정보창을 단으면 새만금 영역의 지도의 조작을 통해 분야별 관측지점을 아이콘으로 살펴볼 수 있으며, 그 지점을 클릭하여 실시간 자료 및 기간 조회를 통한 과거 관측자료 분석도 데이터테이블 및 시계열 그래프를 이용하여 제공하고 있다. 그림 12에서는 갑문을 열었을 때 두 갑문을 통한 조류 흐름과 갑문을 닫았을 경우 조류의 분포가 방조제 내측에는 일정함을 확인할 수 있다.



FIGURE 13. 예측 조류 및 조류의 벡터장 및 dasymetric map

특히 사용자 중심의 쉽고 효과적인 웹 UI (User Interface) 개발을 위하여 RIA 기반의 Adobe Flex로 UX 구축하였다. 기존에 많이 사용하던 WebADF 방식에서 Flex API방식으로 변경함으로써 풍부한 UI 기능 개발뿐 아니라 고주파레이더 관측을 통한 매시간 표층해류의 시간흐름에 따른 해류변화 및 72시간 예측결과에 대한 환경변화를 시간에 따른 동영상 형태로 동적 분석이 가능하였다.

결론 및 향후연구

대용량 다차원 다변수 시·공간상 분포속성을 갖는 해양환경정보를 효과적으로 서비스할 수 있는 Web-GIS 기반 정보시스템을 개발하였다. 관측 및 예측 등 다양한 방법으로 연속적으로 끊임없이 생산되는 자료를 수집, 처리, 저장, 데이터베이스구축하고, 이 모든 일련의 과정을 자동화하며, 자료의 과학적 가치화 및 공간분석 기능을 제공함으로써 사용자들이 보다 쉽고 빠르게 정보를 이해하고 원하는 정보를 취사선택하여 추출할 수 있는 기능을 구현하였다. 또한 맵 상에 보이는 정보가 단순 이미지가 아닌 데이터셋이 표출됨으로써 보여지는 모든 자료에 대한 시·공간상 임의의 지점에 대한 데이터 검증 (값 및 속성 조회) 가능하다.

추후 고급 통계분석 및 다변수 관계분석, 자동 패턴 추출, 데이터 마이닝 기법등의 적용을 통해 인위적인 개발에 따라 자연적인 해양환경의 변화상에 대해 복합적인 변동추이 및 추적이 가능한 고급 분석기능을 구현할 예정이다, 이는 개발에 환경보존을 위한 의사결정 및 정책결정 도구로써도 활용 가능할 것이라 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 소관 연구개발사업 ‘운용해양(해양예보) 시스템 연구’ 및 한국해양연구원 주요사업 ‘해일 침수범람 예측기술 및 재해도 작성기술 개발’의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. **KAGIS**

참고 문헌

- 국토해양부, 2011. 새만금 해양환경 보전대책을 위한 조사연구 최종보고서.
- Breman, J., D. Wright and P.N. Halpin. 2002. The inception of the ArcGIS marine data model. *Marine Geography* 1(1):3-9.
- Cohen, J. 2010. NASA Center for climate simulation: data supporting science. *Magazine of Space Daily* 6(5):1-12.
- Kim, C.S., H.S. Lim and C.F. Cerco. 2011. Three-dimensional water quality modelling for tidal lake and coastal waters with ROMS-ICM. *Journal of Coastal Research* 64(1):1068-1072.
- Lie, H.J., C.H. Cho, S. Lee, E.S. Kim, B.J. Koo and J.H. Noh. 2008. Changes in marine environment by a large coastal development of the saemangeum reclamation project in Korea. *Ocean Polar Research* 30(4):475-484.
- Lim, H.S., J.A. Kim, C.S. Kim and K.S. Park. 2011. The saemangeum operational oceanography networks. *Journal of Coastal Research* 64(1): 1095-1100. **KAGIS**