

Web GIS를 이용한 연안위험취약지역 정보시스템 구축

박현철^{1*} · 김형섭² · 조명희¹

Developing Coast Vulnerable Area Information Management System using Web GIS

Hyeon-Cheol PAK^{1*} · Hyoung-Sub KIM² · Myung-Hee JO¹

요 약

연안은 바다와 인접하여 태풍으로 인한 해일, 해수범람, 침식 등으로 매년 반복되는 피해가 발생하는 재해 취약 지역이다.

이에 Web GIS를 이용하여 연안시설물 및 위험취약지역을 관리할 수 있는 정보시스템을 개발함으로써 피해지역의 위치를 가시화하여 연안재해 정보에 대한 효과적인 연안관리업무를 수행할 수 있는 객관성 있고 과학적인 의사결정 자료로 활용하고자 하였다. 아울러 시스템의 효율적 개발을 통한 정보화 기반 마련과 시간 및 비용이 절감되는 효과를 가져 올 것으로 사료된다.

이를 위해 본 연구에서는 전국 연안지역을 대상으로 태풍, 해일, 범람, 침식 등의 피해 자료를 수집하고, GIS분석 기법과 고해상위성영상 등의 공간정보기술을 이용하여 실시간으로 Web상에서 3차원 위성영상 및 공간정보관리를 수행할 수 있는 3차원 Web GIS기반 연안위험취약지역 정보시스템을 개발하였다.

주요어 : 연안, 위험취약지역, 위성영상, 3차원 Web GIS

ABSTRACT

The coast has been known as very vulnerable area. This area has nature disasters such as typhoon, tidal wave, flood and storm almost every year. In this study, coast vulnerable area information management system was developed to manage the coastal facilities and vulnerable area through Web GIS. This system is able to visualize the damage area and support the official work related to coast as efficient DSS(Decision Supporting System). Moreover, the foundation for domestic coast information management is expected by acquiring less cost and time.

For this, GIS DB was first constructed by acquiring damage factor data such as typhoon, tidal wave, flood and storm. Then GIS analysis methods and high resolution satellite images are used to possibly present the results of retrieve as table, map, graph, inundation simulation in real time.

KEYWORDS: Coast, Vulnerable Area, Information System, Satellite Image, 3D Web GIS

2005년 11월 10일 접수 Received on November 10, 2005 / 2005년 12월 15일 심사완료 Accepted on December 15, 2005
1 경일대학교 건설정보공학과, Department of construction and geoinformatics Engineering, Kyungil University, Korea
2 (주)지오씨엔아이 공간정보기술연구소 Spatial Information Technique Research Institute, GEO C&I Co. Ltd, Korea

서 론

우리나라는 매년 태풍 및 폭풍 등으로 많은 피해가 발생하고 있으며, 그 중 40%이상이 연안 시군에서 발생하고 있다. 최근 10년간(1994~2003) 자연재해로 인하여 전국에 약 1,000여건의 피해가 발생하였으며, 연안지역에서 해일, 해수범람, 태풍, 연안침식 등으로 409건의 피해가 발생하여 약 2조 1천억에 이르는 피해가 발생한 재해취약지역이다. 더욱이 어업과 레저 활동 증가를 포함한 연안개발과 인구 및 시설 증가로 인하여 그 피해액은 더욱 커지고 있는 실정이다.

재해 및 사고 등의 위기관리가 발달한 미국의 경우 해양대기청(NOAA)에서 연안재해방지 및 피해를 줄이기 위하여 연안지역에 공간적으로 존재하는 다양한 데이터를 수집하여 GIS와 위성영상을 이용해 취약지역을 가시화함으로써 연안의 관리, 개발, 정비에 활용 중에 있으며, 국내에서도 이러한 선진기법을 이용한 과학적인 관리방안이 필요하다.

국내의 경우 국가적인 재해방지 및 예방을 위하여 소방방재청에서 국가안전관리시스템(NDMS)을 운영 중에 있으나 전반적인 피해액 산출, 피해경보, 구호물자지원 등 복구위주로 운영되고 있어 각 부처에서 수행하는 전문적인 업무수행 및 피해지역 관리를 수행하기에는 어려움이 있다. 연안은 태풍이나 해일 내습 시 직접적인 피해를 받는 지역으로 항만, 어항, 양식장 등의 피해가 매년 심각한 상태로 사전예방 및 재발방지를 위해 정부에서는 공유수면매립, 항만시설보강, 연안정비사업 등을 통한 연안관리를 추진하고 있다.

그러나 기존 관리시스템은 연안개발의 신청, 허가 등 전자문서 형태의 결제시스템 및 주제도 나열식의 GIS시스템 구축으로 공간정보와 속성 정보가 개별적으로 서비스되고 있어 연안지역의 다양한 정보를 효율적으로 관리하고 정책입안 시 의사결정을 할 수 있는 시스템은 미비한 실

정이다. 이러한 연안재해정보관리에 대한 사례 연구로서 우리나라의 경우 1995년에 한국해양연구원에서 실시간 감시 시스템과 연계한 단기 이상해면 예측 시스템을 개발한바 있으며, 2001년 이래 과학기술부에서는 우리나라의 연안재해에 대비하여 태풍, 폭풍해일 실시가 감시체계를 개발 설치, 운영하고 이와 연계하여 태풍, 폭풍해일 예측체계를 실용화하고자 하는 연구가 실행되었다. 또한 조명희(2004)등은 웹 GIS를 이용한 연안 재해 관리시스템을 개발함으로써 연안재해 관리 및 개발 계획 수립의 중요한 자료로 활용되고 있다.

이에 본 연구에서는 연안지역을 대상으로 최근 10년간(1994-2003)의 태풍, 해일, 범람, 침식에 대한 피해 자료를 수집하여 피해지역 및 위치를 가시화하고, 고해상 IKONOS 영상과 1:5,000기반 연안의 지형, 환경, 시설물 정보에 대한 DB를 제작하였으며, 해안선조사측량자료, 연안정보도, 대장정보 등을 통합하여 다양한 정보를 제공할 수 있는 주제도 DB와 정보시스템을 구축하였다.

또한, 육역과 해역을 포함하는 5m해상도의 정밀 DEM을 구축하여 실제지형과 유사한 3차원정보를 제공이 가능한 3D Web GIS기반의 정보시스템을 개발함으로써 공유수면 매립 및 점·사용, 연안정비사업 등 연안관리업무에 객관성 있는 의사결정 자료로 활용 할 수 있는 정보화 기반을 마련하고자 하였다.

연구자료 및 방법

본 연구에서는 3D Web GIS기반 시스템 개발을 위하여 바다와 인접한 78개 연안시군구(27시, 33군, 18구)를 대상으로 최근 10년간(1994-2003)의 재해피해 자료를 수집하여 서해중부 I, II 권역(경기, 인천, 충남)을 중심으로 정밀피해분포도 DB구축 및 3D공간분포도를 작성하였다. GIS DB 구축을 위하여 국립지리원에서



FIGURE 1. 시스템 구축 개요

제작된 1:5,000 수치지형도, 해안선조사측량자료, 연안정보도, 1m 해상도의 IKONOS 위성영상을 현재 해양수산부에서 운영 중인 연안관리정보시스템과 동일한 TM-ICM(integrated coastal management) 좌표계로 변환하여 연안위험취약지역 정보시스템의 기본도로 활용하였다.

또한, 3D 모델링 구축의 기반이 되는 수치표고모델(DEM) 생성을 위하여 수치지도의 등고선과 표고점, 해안선측량의 등고선자료 및 수심자료를 이용하여 육상지역뿐만 아니라 해안지역을 포함하는 5m DEM을 제작하였다. 아울러 재해통계자료 구축을 위해 최근 10년간의 재해연보, 재해백서와 각 시군 및 관련기관에서 보유하고 있는 각종 대장 및 도면자료를 수집하여 DB로 구축하였다.

Web기반 지리정보시스템을 개발하고 대용량 위성영상 및 DB를 실시간 3차원으로 서비스하기 위한 GIS엔진으로 XDWORLD를 사용하였으며, 웹 개발언어로 HTML, JSP, Java script와 DBMS로 Oracle8i를 사용하였다 (그림 1).

공간정보 DB 자료 구축

1. GIS DB 구축

GIS DB 구축을 위하여 연안지역에 대한 최근 10년간의 태풍, 해일, 범람, 침식에 대한 피해 자료를 수집하여 피해지역 및 위치를 가시화하고, 고해상 IKONOS영상과 1:5,000기반 연안의 지형, 환경, 시설물 정보에 대한 DB를 제작하였으며, 해안선조사측량자료, 연안정보도, 대장정보 등을 통합하여 다양한 정보를 제공할 수 있는 주제도 DB를 구축하였다.

GIS DB 구축을 사용된 수치지도는 국립지리원의 표준 코드 표를 기준으로 하여 분류 작업을 수행하였으며 해안선조사측량자료와 연안정보도 또한 대상지역에 포함된 지역의 주제도를 분류하여 동일한 파일 형식으로 변환 작업을 수행하였다. 분류된 수치지도와 해안선조사측량, 연안정보도와 위성영상 및 속성정보 자료를 대하여 자료의 오류부분의 수정, 정위치 편집, 동일한 좌표계로 변환하기 위하여 연안표준좌표계인 TM/ICM 좌표계 변환하는 구조화 편집 등



FIGURE 2. GIS DB 구축 흐름도

의 GIS DB 편집과정과 검수를 통하여 연안위험취약지역의 정보표출을 위한 기초 데이터베이스를 구축하였다 (그림 2).

2. 연안과 육역을 포함한 5m 정밀 DEM 정보 생성

연안지역의 다양한 정보들에 대하여 실제에 가까운 3차원 지형데이터 생성을 위해 해상

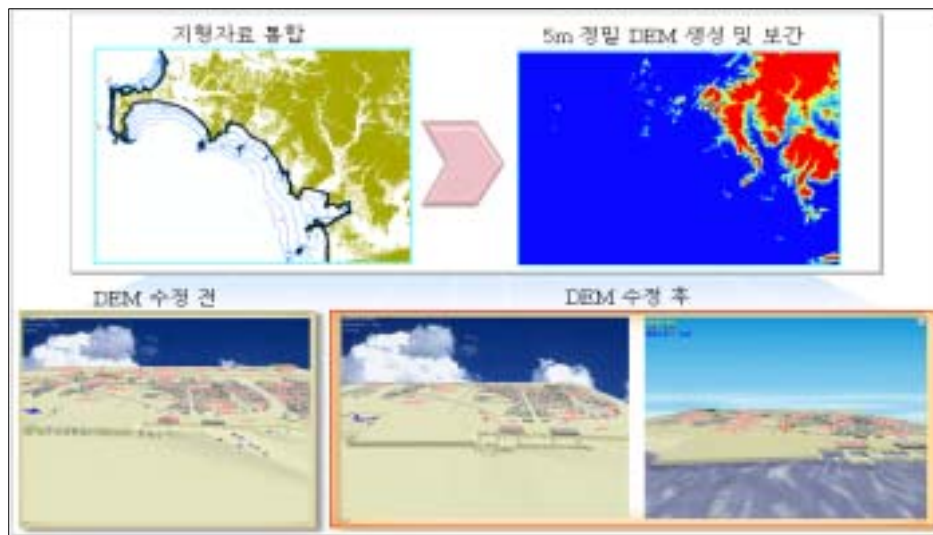


FIGURE 3. DEM 생성 및 보정 전후 비교(장항항)

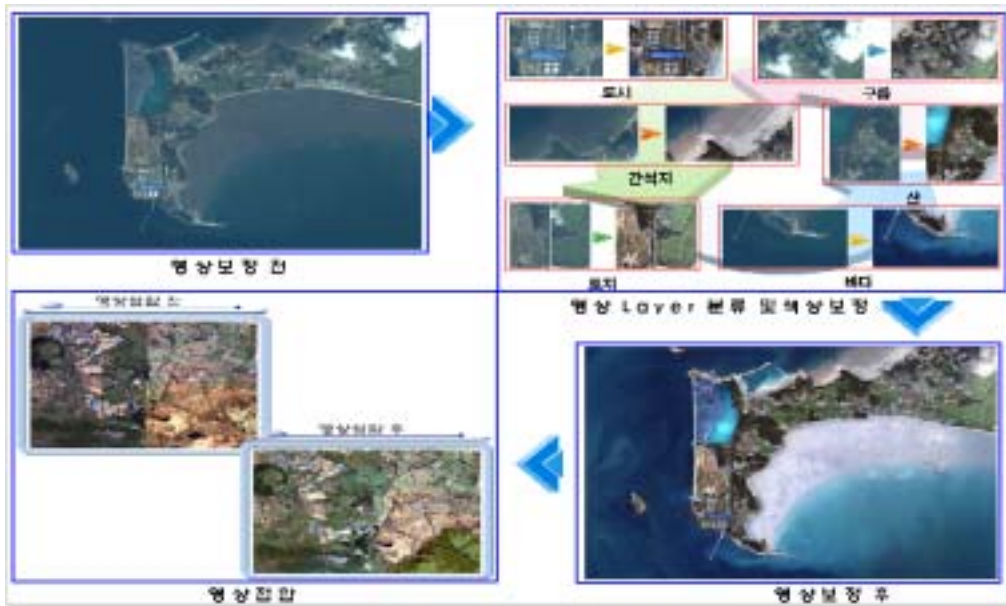


FIGURE 4. 고해상 위성영상 DB구축 흐름도

도 5m의 정밀 DEM 자료를 구축하였다. 이를 위해 1:5,000 수치지도의 등고선과 표고점 자료를 이용한 DEM 생성 후 기본적인 등고선 오류를 수정하였다. 다음으로 국립해양조사원에서 제작된 해안선조사측량의 해안선과 등고선, 수심자료를 이용하여 중첩 및 보간을 수행함으로써 육상 지역뿐만 아니라 해상 지역을 모두 포함한 5m급 정밀 DEM 자료를 구축하였으며, 이를 웹상에서 서비스할 수 있도록 시스템을 개발하였다 (그림 3).

3. 고해상 위성영상 DB 구축

연안위험취약지역 정보관리시스템에서는 피해지역 관련 공간DB와 다양한 수치주제도 및 피해현황에 대한 속성정보의 검색과 주제도와 연계 기능 구현에 있어 보다 사실적인 연안정보를 제공하기 위하여 1m 해상도의 IKONOS 위성영상을 Web에서 3차원으로 정보 제공할 수 있도록 구축하였다.

이를 위해 Space Imaging사에서 공급하고 있는 위성영상자료인 고해상 IKONOS 위성영

상을 이용하였으며, 보다 선명한 위성영상 DB 구축을 위하여 영상 자료의 밝기 환경을 향상시키는 영상 강조방법과 영상 내의 잡음을 제거하여 영상의 명확도를 향상시키는 형태 강조 방법을 이용하여 위성영상 보정작업을 수행하였다. 또한, Scene별로 분할 제공되고 있는 위성영상을 연안지역을 대상으로 단일영상 자료로 사용하기 위하여 산, 토지, 바다, 도시 별로 레이어를 나누어 주어 각기 레벨링 처리를 하는 영상 강조과정을 실행을 통한 영상집성(image mosaic) 수행하여 DB를 구축하였다(그림 4).

3D Web GIS기반

연안위험취약지역 정보시스템 구축

연안위험취약지역 정보시스템은 데이터 분할 압축 및 전송기법을 개발하여 Web상에서 대용량의 위성영상과 DB를 웹상에서 빠르게 streaming될 수 있도록 시스템을 개발하였다. 이를 위하여 Wavelet 압축방식을 사용하였으며, Wavelet 압축방식은 검색 시 영상을 9등분하여



FIGURE 5. 시스템 구현 흐름도

가운데 부분만의 해상도를 높게 하고 나머지 부분의 해상도를 떨어뜨림으로 이동의 제약을 최대한 줄이도록 하여 속도를 개선하였다. 또한, 2차원 데이터와 3차원 변환 필수 인자만을 전송하여 사용자에서 실시간으로 3차원 변환을 실시함으로 기존의 3차원 WEB 서비스의 가장 걸림돌이었던 네트워크의 부하를 원천적으로 해결하여 원활한 서비스를 제공하며, 모든 수치지도 레이어들을 2D상에서와 같이 3차원 상에서 레이어 제어와 속성정보 제공이 가능하도록 하였다.

사용자들에게 인터넷을 통해 필요한 정보를 제공할 수 있도록 Web에서 운영이 가능한 GUI(graphic user interface)를 개발하였으며, 웹 서버 구축을 위하여 HTML, JSP, Java scrip를 사용하였다. 웹에서 처리된 통계정보를 지도데이터로 서비스하고 다양한 GIS기능의 연동을 위하여 XDWORLD엔진을 맵 서버로 사용하였으며, Oracle9i를 DBMS(data base management system)로 사용하여 시스템을 구축하였다 (그림 5).

또한, 5m DEM과 Wavelet을 이용한 3D 기반의 지형정보와 위성영상 중첩기능, 공간정보 검색 및 침수범람시물레이션 기능 등 다양한 정보를 제공할 수 있도록 개발하였다.

1. 시스템 운영 구성도

전체 시스템은 연안에 발생한 피해통계정보를 제공하는 연안피해정보와 3차원으로 피해지역 및 취약지역과 주변정보를 취득할 수 있는 맵을 제공하는 피해상황정보를 파악할 수 있는 연안위험정보, 연안관련 실시간 관측정보 및 기상정보를 파악할 수 있는 해양관측정보, 피해예방을 위한 재해예방정보와 공지사항 및 자료실 등을 제공하는 참여마당으로 구성되어 있으며, 관련기관과는 인트라넷 및 행정망을 통하여 자료를 연계하도록 하였다. 사용자 인증을 통한 자료의 입력, 수정, 삭제가 가능한 관리자 모드와 단순정보의 조회·검색만 가능한 일반 사용자모드로 구분하여 정보제공의 차별성이 이루어지도록 하였다. 아울러 검색보안규정상의 문제로 인하여 고해상 위성영상의 서비스는 인증된 사용자 즉 관리자 모드에서 검색이 가능하도록 하였으며, 일반 사용자모드의 경우 위성영상상의 검색을 제외한 3차원 상의 지형도 검색 서비스가 가능하도록 시스템을 설계하였다.

1) 시스템의 메인 화면

연안위험취약지역 정보시스템은 연안관리정보사이트(www.coast.go.kr)에 접속하여 사용할



FIGURE 6. 연안관리정보 사이트



FIGURE 7. 연안위험취약지역 정보시스템 메인화면

수 있으며, 연안관리정보시스템에서는 사용자등록을 통한 고해상 위성영상 및 연안정보도, 관광 및 연안관리업무를 위한 다양한 연안정보를 제공하고 있다(그림 6).

웹 브라우저 상의 사용자가 서버에 접속 시 초기화면으로 태풍, 해일, 범람, 침식의 피해정보를 검색 조회할 수 있고, 기상 및 조석 정보 등 해양관측 정보를 파악할 수 있는 연안피해정보와 취약지역 제공을 위해 다양한 주제도 및 레

이어 제어, 3D 뷰어, 통계정보와 주제도와의 연계 등의 맵 기능을 제공하는 연안위험정보로 나누어져 있다(그림 7). 또한 메인화면에서 실시간 기상특보와 지진발생정보를 제공하고 있으며, 메뉴이동 단축키와 관련 기관에 바로 접속할 수 있도록 유관기관 사이트를 제공하고 있다.

2) 2D/3D변환기능 제공

연안위험취약지역 정보시스템에서는 기존 2D



FIGURE 8. 2D/3D 변환기능의 예



FIGURE 9. 웹 기반 3D 지형정보 및 공간정보 제공 기능

에 적용된 사용자 및 3차원 상에서 원하는 위치로의 이동 및 검색 시 불편을 해소하고 빠른 이동을 위하여 2D/3D변환 기능을 개발하였다. 기존의 Web상에서 서비스되고 있는 지도검색사이트들과 같이 2D상에서 확대, 축소, 이동, 거리, 면적 측정, 공간정보검색 등 다양한 GIS 기능을 제공하며, 사용자가 원하는 위치에서 2D/3D변환 버튼을 선택함으로써 3차원 상에서 연안재해정보를 제공할 수 있도록 하였다 (그림 8).

3) 위성영상기반 3D 지형 및 공간정보 제공 기능

연안위험정보에서는 피해지역 관련 공간DB와 다양한 수치주제도 및 피해현황에 대한 속성정보의 검색과 주제도와의 연계 기능을 구현하였다. 지도의 확대, 축소, 이동, 전체보기, 거리 측정, 면적측정 등의 기본적인 GIS 기능과 DB와 연결하여 상세정보 및 현장사진을 볼 수 있으며, 1m 해상도의 IKONOS 위성영상을 Web에서 3D로 서비스 할 수 있도록 개발하였다.

또한, 다양한 주제도 정보와 취약지역의 원활한 정보획득 및 자료 관리를 위해 레이어별 주제도를 작성하고, 3차원 레이어 제어기능을 구현하여 맵 서버로부터 필요한 공간 정보를 제공받아 사용자가 필요로 하는 정보 레이어를 제어할 수 있도록 하였다.

아울러 서비스 되는 전체 3차원 지형은 필요한 정보만을 전송하여 네트워크의 부하를 줄일 수 있도록 격자형식의 tile map 기반으로 제작되어 대용량의 자료를 웹을 통해 빠르게 streaming함으로써 실시간으로 취약지역 및 다양한 연안지역의 정보를 서비스 할 수 있도록 시스템을 개발하였다 (그림 9).

4) 위성영상 중첩 및 3D 침수 시뮬레이션 기능

Web상에서 위성영상의 중첩서비스를 위하여 경기, 인천, 충남 연안지역의 고해상도 IKONOS 위성영상을 이용하였다. 보다 사실적인 정보제공을 위해 도시, 간석지, 산림, 토양, 바다, 구름

의 레이어를 각 특성에 맞는 분광 값으로 색상 보정을 수행하였으며, 각각의 영상에 대한 mosaic작업을 수행하였다. 또한, wavelet기반의 위성영상 정보제공이 가능하도록 시스템을 개발함으로써 영상의 품질저하 및 네트워크상의 부하를 줄여 보다 빠른 속도로 정보 제공이 가능하도록 하였다(그림 10).

아울러 태풍이나 해일시 해수면의 높이에 따른 연안지역의 침수 및 범람지역을 가시적으로 확인할 수 있도록 평균해수면(MSL)을 기준으로 한 가상침수범람 시뮬레이션 기능을 개발하였다(그림 11).



FIGURE 10. 3차원 기반의 위성영상 중첩 기능



FIGURE 11. 3D 침수시의 가상 시뮬레이션 기능

결론

본 연구에서는 현재까지 정비되지 않고 산재해 있는 연안지역의 재해피해 관련 자료를 최근 10년간 태풍, 해일, 범람, 침식 피해 자료와 연안주변의 시설물정보를 GIS DB로 구축하고, 취약지역의 피해정보를 제공할 수 있도록 3차원 Web 기반으로 시스템을 개발하였다.

이를 토대로 Web상에서 피해통계자료와 공간자료의 검색 및 질의, 3차원 지형정보 제공 및 레이어 제어, 기상, 조석, 해양관측정보 등 재해관련정보를 제공할 수 있는 3D Web GIS 기반 연안위험취약지역 정보시스템을 구축함으로써 국내 연안정비 및 공유수면 매립 등 정책 결정에 활용할 수 있는 기반을 마련하였다.

또한, 해안선조사측량 자료와 정밀지형고도 자료(DEM), 고해상 위성영상을 중첩하여 연안과 육역을 통합한 보다 사실적인 3D정보를 제공하여 취약지역 가시화와 다양한 시설정보를 제공함으로써 연안정비 및 관리에 보다 객관성 있는 의사결정 지원 시스템으로서 활용이 가능하리라 사료된다.

향후, 보다 정밀한 피해지역 정보제공을 위하여 연안지역의 hazard map작성연구를 통한 피해이력지도 제작, Web상에서 실시간으로 사용자가 공간 및 속성정보 입력이 가능하도록 하여 데이터의 현행화가 가능하도록 해야 할 것이다. 또한, 침수 시뮬레이션 시 현재 평균해수면을 기준으로 대략적인 침수범위만을 제공하고 있으나 조석, 조류, 염분, 풍향 등 해수면의 다양한 인자들을 고려한 침수모델링 개발을 통하여 보다 현실감 있고 신뢰도 높은 시뮬레이션 기법을 수행하고자 한다. [www.kma.go.kr](#)

참고문헌

조명희, 서병규, 김진섭, 김형섭, “연안위험취약지역 관리를 위한 3D Web GIS 시스템 개발”, 한국지리정보학회 2005 춘계 학술 발표대회 발표집, 337-345쪽.

- 조명희, 송완영, "GIS, GPS 위성영상 기술을 통합한 e-map 제작 및 관리시스템 개발", 2005 대한원격탐사학회 춘계학술대회 논문집(통권 8호), 99-104쪽.
- 조명희, 김형섭, 이희일. (2003). 연안위험 및 재해취약지역 분석기술개발을 위한 GIS의 활용: 연안관리시스템의 새로운 접근법. 한국지리정보학회 2003 한일 GIS 국제세미나 및 춘계학술대회 논문집. 167-175쪽.
- 행정자치부·국립방재연구소. 2003.12. GIS를 이용한 재난관리체계 구축을 관한 연구.
- 행정자치부·국립방재연구소. 2003.11. 재해유형별 상황대처 메뉴얼.
- 행정자치부·국립방재연구소. 2003.04. 2003년 재해백서.
- 행정자치부·중앙재해대책본부. 1994~2002. 재해연보(1994~2002년).
- Athanasios, K., S. Ziliaskopoulos and Travis Waller, 2000. An Internet-based geographic information system that integrates data, models and users for transportation application, *Transportation Research Part C*, 8: 427-444.
- Jankowski, P., and M. Stasik. 1997. Design Considerations for space and time distributed collaborative spatial decision-making, *Journal of Geographic Information and Design Analysis*, 1(1): 1-8.
- Kimmanee, J. P., M. P. Bradshaw, and H. H. Seetoh, 1999. Geographic Information System (GIS) application to construction and geotechnical data management on MRT construction projects in Singapore, *Tunneling and Underground Space Technology*, 14(4): 469-479.
- Keisler, J. M., and R. C. Sundell, 1997. Combining multi-attribute utility and geographic information for boundary decisions: an application to park planning, *Journal of Geographic Information and Design Analysis*, 1(2): 101-118.
- Jo Myung-Hee, Y. W. Jo, B. K. Kwon, D. H. Shin, H. C. Park and D. Y. Kim. (2004). Developing Urban Pavement and Light Stand Information Management System using Web Based GIS. *Map Asia 2004 Proceedings*. 202pp.
- Jo Myung-Hee, D. H. Shin, H. C. Pak, Y. J. Hae, H. S. Kim and J. S. Kim, "Constructing the integrated information system for the coast disaster area management using 3D web GIS technology", *Proceedings of International Symposium on Remote Sensing 2004 & 20th Anniversary of the Korean Society of Remote Sensing*", pp.318-32.
- Myung-Hee Jo, "The Perspective and Fusion Method for High-Resolution Image with New GIS Technology in KOREA", *Papers and Proceedings of the Geographic Information System Association*, pp.27-32. 