

Web-GIS 기반 폭풍해일 시각화 기법 연구

김진아¹ 박광순² 권재일³ 박진아⁴
^{1,2,3}한국해양연구원, ⁴한국정보통신대학교

jakim@kordi.re.kr kspark@kordi.re.kr kwon@kordi.re.kr jinah@icu.ac.kr

Geo-Visualization of Storm-Surge Study based on Web-GIS

Jinah Kim¹ K.S. Park² Jaeil Kwon³ Jinah Park⁴
^{1,2,3}KORDI (Korea Ocean Research & Development Institute)
⁴ICU (Information & Communications University)

요 약

최근 지구온난화로 인한 기후변화 및 해양온난화로 태풍의 강도가 높아지고 빈도가 증가함에 따라 연안 지역의 침수범람과 같은 자연재해로 인한 인명·재산 피해가 심각해지고 있다. 이에 폭풍해일로 인한 연안 재해저감을 위한 해양 관측 및 수치 모델을 통한 정확한 폭풍해일 예측에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 논문에서는 Web-GIS 기반 실시간 폭풍해일 예측 결과의 시각화 기법에 대한 연구를 통하여 자연재해 저감을 위한 효과적 정보전달 통한 의사결정에 도움을 주고자한다.

1. 서 론

여름철 태풍이 접근하거나 상륙할 때 큰 파도와 함께 발생하는 해일 때문에 바닷가 근처의 도시 농경지, 산업 시설이 침수, 파괴, 유실되고 인명 피해가 발생한다 또한 지구 온난화로 인한 기상이변과 해수면 상승으로 태풍의 발생 빈도 및 강도가 증가하여 연안지역 침수로 인한 경제적 피해가 급증하고 있는 추세이다 2003년 제 14호 태풍 “매미”가 내습했을 때 마산만에 해일이 발생하여 재산 피해 6,000억 원, 인명피해 32명을 기록한 바 있다. 유엔 정부간기후변화위원회(IPCC)에 의하면 금세기말(2100년) 지구평균 기온 최대 6.4도 상승, 해수면 59cm 상승전망으로 전 세계 해안 30% 침수를 경고한바 있다. 이에 연안지역 재해저감을 위해 해양관측 및 수치 모델을 통한 연안에서의 해일 발생 시간 및 높이의 정밀 예측 기술이 국내외적으로 활발히 연구개발되고 있으며, 나아가 최근에 이러한 폭풍해일 예측 결과의 효과적인 시각화 기법 및 웹 서비스 방법[3,7,8,9,10,11]에 대한 연구가 진행되고 있다.

폭풍해일 예측결과의 효과적인 정보전달을 위한 시각화 기법 개발을 위해서는 다음과 같은 사항을 고려해야 한다. △정보전달의 대상은 누구인가? △서비스 매체는 무엇인가? △언제, 어떠한 방법으로 보여줄 것인가? 하는 것이다. 본 연구에서는 일반인 특히 폭풍해일로 인한 침수범람 피해가 우려되는 연안지역의 주민들에게 TV나 라디오와 같은 단방향 정보전달 방송미디어와는 달리 실시간 상호작용이 가능하고 원하는 정보의 취사선택이 가능한 웹을 통한 실시간 양방향 서비스[7,8,9,10,11]

환경을 전제로 한 Web-GIS (웹 지리정보시스템) 기반 실시간 폭풍해일 예측결과의 시각화 기법에 대하여 살펴본다. 또한 Web-GIS를 통한 사용자와의 직관적인 상호 작용 및 실시간 정보전달이 가능한 웹 서비스 환경을 시범 구현하였고, 연안재해 저감을 위한 폭풍해일 예측결과의 효과적인 웹 매핑 시각화 기법에 대하여 살펴본다

2. 관련 연구

미국 폭풍해일 예보를 담당하고 있는 해양대기청(NOAA)의 NWS(National Weather Service)[10]에서는 자체연구개발한 SLOSH 해일 예보 모형을 전국 연안에 걸쳐 20여개의 영역으로 나누어 현업 예보에 활용하고 있으며(그림1), 플로리다 대학에서는 미해양대기청의 플로리다 마이애미의 National Hurricane Center (NHC)와 공동연구를 통하여 폭풍해일로 인한 침수범람의 3차원 시각화 시스템[5]을 제안한바 있다. 이 논문에서는 3차원 가시화 및 애니메이션 시스템을 통하여 폭풍해일에 의한 침수범람 피해 지역의 다양한 피해 상황과 대처방법을 시뮬레이션 함으로써 폭풍해일에 대한 피해를 줄이고자 한다. 정밀한 연안지역의 3차원 지형구축을 위하여 항공 라이다 측량 위성사진, 지리정보시스템의 DB를 활용하여 3차원 환경을 구축하고, 고해상도의 폭풍해일 모델 결과를 바탕으로 파도의 침수범람을 시뮬레이션 한다. 또한 비, 바람, 번개의 특수효과와 나무의 휘어짐 파편 더미들의 움직임, 자동차들의 파손 등을 3차원 입체 음향과 함께 이벤트로 발생시킴으로써 헐리우드 영화 퍼펙트 스톰(Perfect Storm)이나 투모로우(The Day

after Tomorrow)와 같은 사실적이고 생생한 시물레이션 시스템을 개발하고 있다

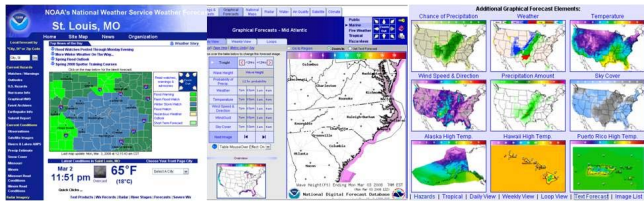


그림 1. 미국 해양대기청 NWS(National Weather Service) 폭풍해일 예보 웹사이트

또한 nowCOAST(GIS Mapping Portal to Real-Time Environmental Observations and NOAA Forecasts)[6]라는 GIS 기반 실시간 통합 해양대기정보 제공을 위한 포털사이트 개발운용을 통하여 기상 및 해양 요소에 대한 실시간 연안관측 정보를 웹을 통하여 지리정보와 함께 컬러 매핑 기법을 통하여 시각화하고 있으며 관측 정보도 함께 제공한다. 나아가 일부 요소에 대해서는 예보 기능도 제공하고 있다(그림2).



그림 2. nowCOAST 웹 서비스

그리고 NOAA에서 지원을 받아 지역별 대학을 중심으로 한 CARO-COOPS[4], CO-OPS[8], NWS의 Graphical Forecast 웹사이트[11]에서는 연안지역 웹 GIS 기반 종합해양관측 및 예측 서비스 개발이 진행 중에 있으며, 특히 폭풍해일에 의한 침수범람 지역의 웹 매핑 시각화를 위한 다양한 방법(그림3)이 시도되고 있다. 하지만 여전히 해일 발생 시간과 높이에 대한 이차원적인 시계열 그래프와 수치 데이터 제공 및 해일 높이에 따른 컬러 매핑이 시각화 기법에 주를 이루고 있다.



그림 3. NOAA NWS의 Graphical Forecast 웹사이트

좀 더 효과적인 폭풍해일 가시화 기법으로 제안된 Shalini Venkataraman 등의 허리케인 카트리나 가시화에 대한 논문[6]을 살펴보면 폭풍해일과 같은 geoscientific 데이터의 가시화(Geo-Visualization)에 있어 정밀 세부격자의 폭풍 해일 예측모델 ADCIRC STORM-SURGE MODEL) 결과 및 지형정보(LIDAR mapping: 5m 해상도), 기상 데이터(MM5 ATMOSPHERIC MODEL) 그리고 위성영상(GOES-12)등의 시공간에 따라 변화하는 4

차원(x, y, z: 3차원 공간, t: 시간)의 방대한 데이터의 핸들링과 여러 종류의 다양한 데이터들의 좌표 정합 및 효과적인 시각화 기법(그림4)에 대하여 제안하고 있다. 또한 긴급 상황발생시 원격지와의 상호작용이 가능한 협업 환경에 대한 매커니즘도 소개하고 있다

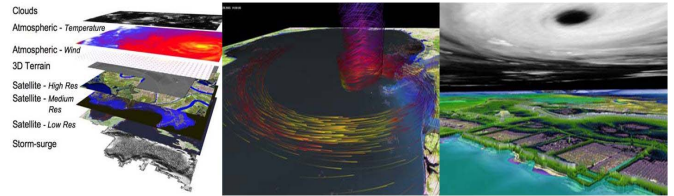


그림 4. 해양-대기층 다양한 데이터 구조 및 스트림라인을 통한 허리케인 카트리나 바람장과 위성영상 매핑을 통한 뉴올리언스 3D 지형 시각화

C.S. Kim 등의 VR(Virtual Reality) 시스템을 이용한 해양-기상 데이터의 과학적 가시화에 대한 논문에서는 2003년 한국을 강타한 태풍 매미의 발생과 이동경로에 대한 3일간의 해양기상 시물레이션 결과를 3차원 입체 영상으로 보여줌으로써 가상현실기술을 이용한 해양기상 데이터의 가시화 방법을 제시하고 있다(그림5).

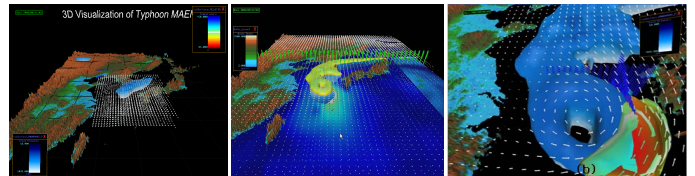


그림 5. 태풍 매미의 과학적 가시화

3. Web-GIS 기반 폭풍해일 시각화 기법 연구

한국해양연구원 연안방재연구사업단에서는 연안재해 저감 기술 개발(SAFE COAST)과 해일침수범람지역 예측기술 및 재해도(Hazard Map) 작성기술 개발이라는 연구 사업을 통하여 여러 연안지역의 해양 관측 실시 및 항공 Lidar 및 지상 레이저 스캐닝을 통한 고해상도 정밀 해안선 자료를 확보하여 정밀 국지영역 폭풍해일 예측 모델의 수립 및 검증에 관한 연구를 진행 중에 있으며, 또한 예측 결과의 효과적인 가시화 및 정보전달 서비스를 위하여 Web-GIS 기반 실시간 폭풍해일 시각화 기법에 대한 연구 및 서비스 시스템을 개발구축 중에 있다.

3.1 SAFE COAST를 통한 폭풍해일 웹 시각화

지난해 연안재해저감 기술개발 연구사업을 통하여 계산된 폭풍해일 예측 결과를 웹서비스하기 위해 그림6과 같은 Safe Coast라는 웹 서비스 시스템을 구축하였다. Safe Coast에서는 지리정보체계의 구축 없이 웹을 통하여 폭풍해일에 의한 침수범람 피해가 잦았던 특정 11개 지역(후포, 포항, 울산, 부산, 마산, 통영, 여수, 제주, 서귀포, 완도, 추자)에 대하여 태풍이 우리나라에 접근할

때 시간대별(5분 간격 2.5~3일 예측값) 해일의 높이를 준실시간 2차원 시계열 그래프 및 수치값으로 제공하고 후처리를 통하여 해일높이에 따른 컬러 매핑을 통하여 태풍의 이동 경로를 시물레이션하여 보여주고 있다 이러한 폭풍해일 예측 정보전달을 위한 웹 서비스 시스템 구축은 2장의 관련연구에서와 같이 폭풍해일에 의한 재해 저감을 위한 정보전달을 위한 선진국의 다양한 웹서비스 개발 추세에 부응하여 우리나라에서도 일반인들에게 웹을 통한 용이한 액세스와 정보전달이라는 좋은 취지의 시도이다. 하지만 사용자와의 상호작용 없는 단방향 정보제공이라는 점과 2차원 시계열 그래프 및 단순 수치제공은 일반인들을 대상으로한 웹서비스임을 고려할 때 자연재해 위험 및 대비에 대한 의사결정을 위한 효과적인 정보 전달 방법이라 할 수 없다

따라서 본 논문에서는 일반인들이 이해하기 쉬운 폭풍해일 예측에 따른 해일높이의 직관적인 시각화 기법과 오픈 GIS서버 라이브러리인 MapServer[11]를 사용한 웹 GIS 기반 정밀 상세지역 상호작용 가능한 환경구축을 통하여 원하는 정보의 취사선택 및 의사결정에 도움을 줄 수 있는 효과적인 웹서비스 시스템을 개발하고자 한다.



그림 6. SAFE COAST를 통한 실시간 폭풍해일예측 결과의 시각화를 통한 웹서비스

3.2 웹을 통한 실시간 폭풍해일 시각화를 위한 MapServer기반 Web-GIS 서비스 시스템 구축

현재 지리정보시스템을 통한 웹서비스 방법은 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 우선 ESRI사의 ArcGIS 서버군과 같은 상용 프로그램을 사용하여 방대한 데이터의 DB 구축부터 GIS를 통한 웹서비스까지 전체를 상용프로그램 서비스 구조에 의존하여 정보를 제공하는 방법이다 이는 nowCOAST(그림2)와 같은 다양하고 방대한 자료의 체계적인 DB 시스템 구축을 통한 통합 정보제공 서비스 시스템 활용에 적합한 규모의 솔루션이며 웹에서의 자료 로딩 및 액세스 시간이 소요된다 ArcGIS 서버군은 GIS 개념이 도입된 이후 수십 년간에 걸쳐 개발되어오고 있으며, 전세계적으로 많은 사용자들을 확보하고 있어 수많은 지리정보 DB에 기반을 둔 정보들의 안정적인 서비스가 가능한 시스템이라는 장점이 있으나 구축비용이 고가이고 지리정보별 정적 정보인구밀도, 하수 시설 배치, 도시 정보, 관광정보 등) 표출에는 우수하나, 시간별로 변화하는 폭풍해일이나 침수범람지역 등 실시간 예측 정보 및 해양의 동적 정보 시각화 방법에 대한 솔루션은 부족한 상태이다.

다음으로는 실시간 웹서비스가 아닌 별도의 엔진들을 사용자 pc에 설치하여 실행되는 서비스 방법이다예: 그림7(가),[14]. 웹에서 사용자들은 ActiveX 등의 설치를 해야만 응용프로그램을 볼 수 있고 별도의 지리정보체계 개발이 함께 이루어져야한다는 단점이 있다

마지막으로 여러 지방자치단체 등에서 주로 활용하고 있는 웹을 통한 지역정보 및 관광정보의 표출을 위한 플래쉬 액션스크립트를 활용한 방법이다 이는 지리정보시스템 구현없이, 미리 해당 지방자치단체의 지리정보만을 선처리하여 보여줌으로써 빠른 웹 액세스 속도와 다양하고 편리한 유저인터페이스를 제공하나 이 역시 지리좌표 체계 없이 실시간 동적으로 변화하는 해양데이터를 표출하기에는 부적합하다예: 그림7(나),[15]).

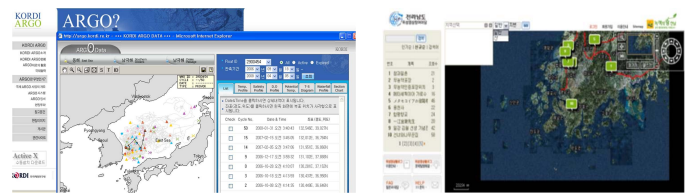


그림 7. (가)ARGO (Array for Real-time Geostrophic Oceanography: 국제공동 해양조사 연구사업 웹 서비스 (나) 전라남도 지역정보 및 위성영상 웹 서비스

본 논문에서는 지리정보체계 기반 실시간 폭풍해일 예측 결과의 효과적인 웹 가시화 및 상호작용 서비스를 위한 방법으로 NOAA의 지원으로 1985년부터 미네소타 주립대학에서 개발한 MapServer[12,13]라는 오픈 웹 GIS 서버 라이브러리 (버전 5.0.2, 2008년 1월 31일 릴리즈)를 사용하였다. Mapserver는 OSG 표준을 따르는 지리정보체계 기반 디지털 맵 공간 데이터, 벡터 데이터, 위성 데이터 등의 다양한 데이터를 웹을 통해 표출할 수 있으며, 사용자의 필요에 따른 지리정보와의 상호작용과 데이터 표출 기능도 제공한다(활용 예: 그림8).

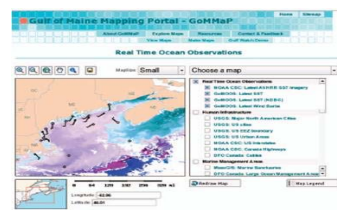


그림 8. MapServer를 이용한 Gulf of Marine 웹 매핑

또한 PHP나 JAVA 프로그래밍을 통하여 다양한 기능 개발 및 유저인터페이스를 구현할 수 있으며 고도데이터인 DEM(Digital Elevation Model) 표출을 통하여 3차원 지형정보 서비스가 가능하고 위성데이터 매핑 및shp와 같은 다양한 GIS 포맷들의 입출력이 용이하다 따라서 본 연구에서 서비스하고자하는 웹 지리정보체계 기반 실시간 폭풍해일 예측결과의 시각화 및 직관적인 웹사용자간 상호작용 환경 제공에 가장 효율적이고 적합한 방법이라 판단된다

MapServer 구축환경은 Linux 아파치 웹서버와 MySQL DB를 이용하였고 다양한 지리정보체계를 지원하는 라이브러리들을 설치하였다. MapServer의 .map 파일을 통하

여 지리정보(디지털 맵)를 제공하고, HTML이나 PHP와 같은 웹언어로 웹으로 표출되며(그림9), 사용자와의 상호작용에 따른 요청사항은 실시간으로 서버로 전송되어 MapServer 함수들이 처리한 후 렌더링 하여 다시 웹으로 전송·표출하게 된다.



그림 9. MapServer의 기본 웹서비스 흐름도

현재 웹서비스를 위한 MapServer 설치 및 테스트를 성공적으로 마쳤으며, 국내 GIS 포털사이트[15]에서 제공하는 1:50000 축척의 대한민국 법정행정구역에 대한 지리정보 및 지상 LIDAR 측량 및 육도-해도 접합을 통한 연안지역 고해상도 정밀 지형도 지리정보 제공과 기본적인 상호작용(확대, 축소, 이동)이 가능(그림10)하며, 효과적인 폭풍해일 예측결과에 대한 시각화 기법 및 웹 매핑을 위한 연구가 진행 중에 있다

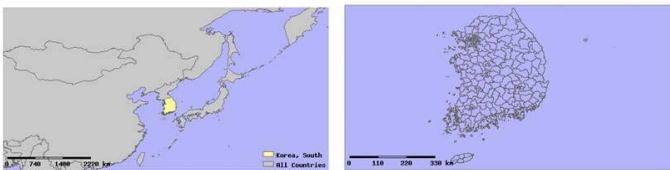


그림 10. MapServer를 통한 대한민국 법정행정구역 표출 및 상호작용 가능한 웹 GIS 서비스 구현 환경

4. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 연안재해 저감을 위한 Web-GIS 기반 폭풍해일 시각화 기법에 대하여 관련 연구 및 다양한 서비스 방법들을 살펴봄으로써 본 연구에 적용 가능한 MapServer를 이용한 지리정보시스템 기반 폭풍해일 웹 서비스 방법을 살펴보고, 이를 웹서버에 구축하여 시범 테스트를 실시하였다. 지금까지의 연구에서는 특정 지역에서 예측된 시간에 따른 해일높이를 2차원 시계열 그래프로 그려주거나, 수치 데이터를 보여주고 또는 후처리를 통한 해일높이에 따른 컬러 매핑을 통한 시뮬레이션으로 태풍의 움직임을 시각화하고 있으나 이러한 방법은 폭풍해일로 인한 침수범람과 같은 자연재해에 초기 대응을 위한 의사결정과 원하는 정보의 취사선택을 위한 양방향 상호작용 서비스가 어렵다 따라서 향후 시범 구축된 웹 GIS 시스템을 통한 실시간 폭풍해일 예측결과의 직관적인 시각화 기법에 대한 연구를 통하여 폭풍해일에 의한 침수범람 피해에 대응하기 위한 효과적인 정보전달 방법을 개발할 것이다.

후 기

본 연구는 한국해양연구원의 기본사업인연안국지해일 정밀예보 지원체계 현업화 기술(PE98060)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Junhua TENG, Fujiang YU, "Application Study on Storm Surge Disaster Prevention and Reduction Based on GIS," IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp.967-970, 2005.
- [2] Madilyn Fletcher, Dwayne E. Porter, Braxton Davis, Leonard J. Pietrafesa, Earle Buckley, Lian Xie, "The Carolinas Coastal Ocean Observing and Prediction System (CARO-COOPS): A User-Driven System," Proceedings of MTS/IEEE OCEANS 2005.
- [3] KeqiZhang, Shu-Ching Chen, Peter Singh, Khalid Saleem and Na Zhao, "A 3D Visualization System for Hurricane Storm-Surge Flooding," IEEE Computer Graphics and Applications, pp.18-25, 2006.
- [4] Shalini Venkataraman, Werner Benger, Amanda Long, Byungil Jeong, Luc Renambot, "Visualizing Hurricane Katrina - Large Data Management, Rendering and Display Challenges," GRAPHITE of the ACM, pp.209-212, 2006.
- [5] nowCOAST GIS Mapping Portal to Real-Time Environment Observations and NOAA Forecasts, <http://nowcoast.noaa.gov>
- [6] SEA-COOS Ocean Observations, <http://nautilus.baruch.sc.edu>
- [7] YEOS-Yellow Sea Observation, forecasting and information System, <http://ocean.dmi.ke/yeos/>
- [8] NOAA's National Weather Service (NWS) Graphical Forecast. <http://www.weather.gov/forecasts/graphical>
- [9] NOAA/NOS CO-OPS Storm Surge Live Web Site, <http://tidesonline.nos.noaa.gov/geographic.html>
- [10] Web Mapping Illustrated: Using Open Source GIS Toolkits, Tyler Mitchell, www.oreilly.com
- [11] UMN MapServer, <http://mapserver.gis.umn.edu>
- [12] C.S. Kim, Jinah Kim, H.S. Lim, "Scientific Visualization of time-varying Oceanographic and Meteorological data using VR," IEEE Visualization 2005.
- [13] Business GIS, <http://www.biz-gis.com>
- [14] ARGO(Array for Real-time Geostrophic Oceanography: 국제공동 해양조사 연구사업) 웹사이트 <http://argo.kordi.re.kr>
- [15] 전라남도 위성영상 참여마당 <http://gisblog.jeonnam.go.kr/map/>