

해양환경 감시 및 분석 시스템의 설계

박선*, 최명수*, 조지우**, 이연우***, 정민아****, 이성호*, 김준석****, 김범무****,
양준철****, 이성로****
*목포대학교 정보산업연구소
**목포대학교 IT+조선 융복합인력양성센터
***목포대학교 정보통신공학과
****목포대학교 컴퓨터공학과
*****목포대학교 정보전자공학과
e-mail:sunpark@mokpo.ac.kr

Design of Marine Environment Monitoring and Analysis System

Sun Park*, Myeong Soo Choi*, Ji Woo Jo**, Yeonwoo Lee***, Min A Jung****,
Seong Ro Lee*****

*Research Institute of Information Science & Engineering, Mokpo National University

**IT&Ship-FEC, Mokpo National University

***Dept of Information & Communication Engineering, Mokpo National University

****Dept of Computer Engineering, Mokpo National University

*****Dept of Information & Electronics Engineering, Mokpo National University

요 약

국내 해양 환경에 대한 조사 및 분석 연구는 미흡한 편에 있다. 최근 세계적으로 바다가 자원의 보고로 주목 받으면서 해양 모니터링 기술에 대한 연구가 활발히 진행 되고 있다. 특히 해양 환경을 분석하고 이해하기 위해서는 지속적으로 해양 환경 자료를 수집해야 하나 아직 많은 부분에서 제약 사항으로 남아 있다. 자동화된 해양 환경 자료의 수집과 수집된 자료를 분석하여서 해양재해를 예측하면 기름 유출에 의한 해양오염의 피해, 적조에 의한 수산업의 피해, 해양환경 이변에 의한 수산업 및 재해 피해를 최소화하는데 기여할 수 있다. 본 논문은 해양환경 감시 및 분석 시스템의 모델을 제안한다. 제안 시스템은 해양환경 정보를 자동 수집하여 해양환경을 지능적으로 감시한다. 또한 수집된 해양 자료를 분석하여서 해양 재해를 예측한다.

1. 서론

국내 해양 환경에 대한 조사 및 분석에 대한 연구는 아직 많은 부분이 미흡한 편이다. 그러나 최근에 바다가 자원의 보고로 주목 받으면서 해양 모니터링 기술에 대한 연구가 활발히 진행 되고 있다. 특히 해양 환경을 분석하고 이해하기 위해서는 지속적인 해양 환경 자료를 수집해야 하나 아직 많은 부분에서 제약 사항으로 남아 있다.

국내에는 삼면이 바다로 이루어져 있기 때문에 수산업이 많이 발달해 있으며 어업을 비롯한 다양한 종류의 양식업이 서해 및 남해가 잘 발달 되어있다. 국내의 수산업은 해양 환경이나 기상 환경에 따라서 많은 영향을 받는다. 특히 요즘과 같이 다양한 해양 환경변화와 기상이변의 영향으로 수산업 피해가 속출하고 있다. 즉, 대량의 해양 원유 유출과 같은 인공적 피해, 해양오염에 의한 대량의 적조발생, 태풍과 같은 자연 재해로 인하여서 대량의 경제적 손

실을 동반한 수산업 피해가 발생한다.

이러한 해양 재해에 의한 수산업의 피해는 해양환경 모니터링과 재해 예측방법들을 이용하여 대비함으로써 최소화 할 수 있다. 그러나 국내의 해양환경 모니터링 시스템에 대한 연구와 연구결과를 실제 해양환경에 적용하여서 해양 재해를 예측하는 연구는 극히 제한적으로 이루어지고 있다[1][2][3][4][5][6].

다음은 국내에서 연구되고 있는 해양환경 모니터링 및 해양 재해 예측 방법이다. 해양환경 모니터링 연구로는 해양관측용 부이[1][2][3][4][5], 기상 레이더 및 마이크로파 라디오피터[5], 국립수산원의 해양환경 모니터링 시스템 [6], 수중 환경 모니터링 시스템[4] 등이 있다. 국내 수산업에 피해를 입히는 해양 재해는 적조발생, 원유 유출, 태풍과 같은 자연 재해가 있다.

해양관측용 부이[1][2][3][4][5] 같은 경우 해양 수표면의

환경변화를 수집할 수 있다, 제작비용이 높고, 수집환경자료가 극히 제한적이며 설치 장소 역시 제한적이다. 국내에서는 1995년부터 해양기상관측부이 도입사업이 현재까지 추진되고 있으나 전국에 겨우 8개소만 설치 운용 중에 있다. 또한 해양기상관측부이는 선박이나 유류체와 충돌사고가 자주 발생하고 있어서 지속적인 자료수집에 제한사항으로 작용하고 있다. 기상 레이더 및 마이크로파 라디오미터를 사용하여 해양 환경을 모니터링 하는 경우는 단순히 강우나 폭설의 여부만을 탐지 할 수 있는 등 극히 제한적인 탐색 영역을 갖고 있다. 현재, 국립수산물품질관리원에서 운용중인 해양환경 모니터링 시스템의 경우, 각각의 해양 모니터링 목적에 따라서 분리 운영되기 때문에 통합운영에 대한 문제점을 가지고 있다. 또한, 모니터링 시기 또한 지속적으로 이루어지는 것이 아니라, 각기 운용목적에 맞추어 반기/분기/월별로 감시가 이루어지고 있다. 수중 환경 모니터링 시스템의 경우 제한적인 통신범위 때문에 국내 원해의 해양환경 감시에는 제약 사항으로 작용하고 있다. 적조에 의한 국내 연근해 양식장의 피해가 매년 발생함에 따라서 적조에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 국내에서는 주로 적조원인 생물의 생리적 특성 및 환경변화에 대한 생물의 반응이 연구되고 있다. 이 때문에 국내의 해양 환경 및 수산업 환경에 맞는 적조 감시 및 예측 등의 다양한 자동화 방법에 대한 연구는 아직 미흡한 편이다[7][8][9][10]. 허베이 스프리트호의 원유유출 사고 시 유출유 확산예측시스템을 이용하여 원유의 이동방향을 예측하였다. 그러나 실제로는 단지 방향만 정확하게 예측하였으며 4시간 정도 시간차이가 발생하였다. 이는 유출유의 확산 상태를 단지 인공위성과 항공기에 의존하기 때문에 정확한 확산분포지역을 파악할 수 없는 문제가 있다. 정확한 유류확산 범위를 예측하기 위해서는 모든 국내 해역에 대한 정확한 환경 및 기상자료가 실시간 적으로 파악되어야 하며, 실시간 자료를 바탕으로 유류확산 예측을 할 수 있는 방법 및 분석 알고리즘이 필요하다[11][12][13][14]. 현재 항만시설과 같은 경우 태풍 피해 경험을 통하여 많은 재해대책이 수립되어 있다. 그러나 해일이나 풍랑, 폭우 등에 대한 대비뿐 아니라 기초자료로 활용할 수 있는 해양상태 및 연안환경과의 상호 영향관계에 대한 기본 해양환경자료도 기록되고 있지 않다.

해양환경 모니터링 연구를 위해서는 국내의 원·근해의 모든 해역의 해양 환경을 모니터링 할 수 있도록 저렴하고, 부피가 작은 소형의 지능형 해양 모니터링 부이가 필요하다. 또한 해양 재해의 피해를 최소화시키기 위해서는 국내 전 해역의 정확한 해양환경 자료와 수집된 자료를 분석하여서 해양 재해를 예측할 수 있는 방법이 필요하다. 본 논문은 국내 해양환경 모니터링 시스템과 해양 재해 예측 방법의 문제점을 해결하기 위해서 지능형 해양환경 모니터링 및 분석 시스템 모델을 제안한다. 제안된 시스템 모델은 국내의 원근해 해양환경을 지능적으로 수집 및 감시할 수 있는 모니터링 기능과 수집된 정보를 기반으로

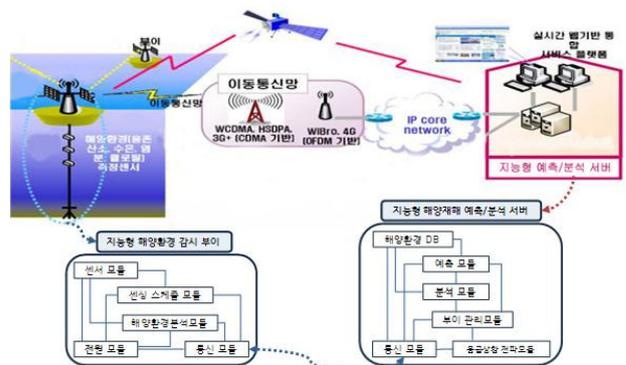
해양 재해를 분석 및 예측할 수 있다.

제안 시스템의 장점은 다음과 같다. 첫째, 제안한 시스템은 위성과 CDMA(Code Division Multiple Access) 이중 통신 모듈로 구성하여 원해 및 근 해역을 지원하며, 부이를 지능화하여 해양환경을 효율적으로 모니터링 한다. 둘째, 부이의 전원부를 태양 셀과 파랑 발전기로 이원화함으로써 기상 영향의 영향을 최소화 하였다. 셋째, 감시 부이의 크기를 소형화함으로써 저렴한 비용으로 국내의 전 해역에 설치가 가능하도록 하였다. 마지막으로 수집된 해양 환경 자료를 서버에서 분석하여서 해양 재해를 예측함으로써 수산업의 피해를 최소화하는데 이용할 수 있다.

2. 제안시스템

2.1. 시스템 전체의 구성도

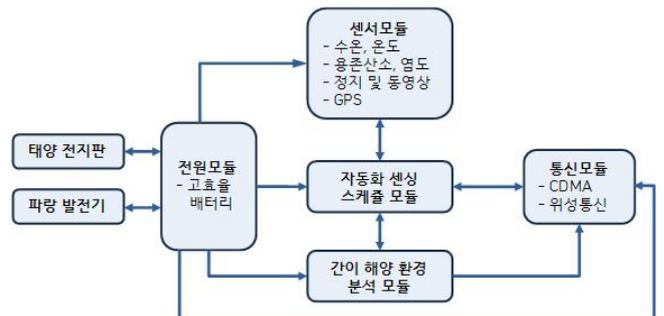
본 논문은 해양 재해의 피해를 최소화 할 수 있도록 지능형 해양환경 감시 및 분석 시스템 모델을 설계한다. 제안 시스템 모델은 그림 1와같이 지능형 해양환경 감시 부이와 지능형 해양환경 예측/분석 서버로 구성된다. 지능형 해양환경 감시 부이는 해양환경 상황을 분석하고 지능적으로 자료를 수집하여 지속적으로 해양 정보를 기록/관리 한다. 이렇게 수집된 정보를 이용하여서 지능형 해양환경 예측/분석 서버는 해양 재해를 분석하고 예측함으로써 해양재해의 피해를 최소화할 수 있다.



(그림 1) 지능형 해양환경 감시 및 분석 시스템 모델

2.2. 해양환경 모니터링 부이

해양환경 모니터링 부이는 그림 2와 같이 전원 모듈, 센서 모듈, 자동화 센싱 스케줄 모듈, 간이 해양 환경 분석 모듈, 통신모듈로 구성된다.



(그림 2) 지능형 해양환경 모니터링 부이 시스템

가. 전원 모듈

전원 모듈은 부이를 위한 태양 전지판, 과도에 의한 저전력 소형 발전기(파랑 발전기), 고효율 소형 배터리의 3중 파워 솔루션으로 전원 공급원이 구성된다. 이러한 전원 공급원을 지능형 전원관리 모듈에서 각종 해상 상황에 맞도록 전원을 관리한다. 즉, 기상 악화 및 밤에도 지속적으로 전력을 공급하도록 전원을 관리한다.

나. 센서 모듈

센서 모듈들은 해양환경 자료를 수집하기 위한 센서들로 구성되며, 초기 모형은 수온, 온도, 용존산소, 염도, 정지 및 동영상, GPS로 구성되며, 필요에 따라서 다양한 센서 모듈들이 추가된다.

다. 자동화 센싱 스케줄 모듈

지능형 자동화 센싱 스케줄 모듈은 센서 모듈의 각 센서들의 해양환경 감시일정을 관리하는 모듈로 통신모듈을 통해 해양환경 모니터링 시스템 서버의 부이관리 모듈과 통신을 하며 각종 해상 상황에 맞추어 센서를 제어 및 관리한다.

라. 간이 해양환경 분석 모듈

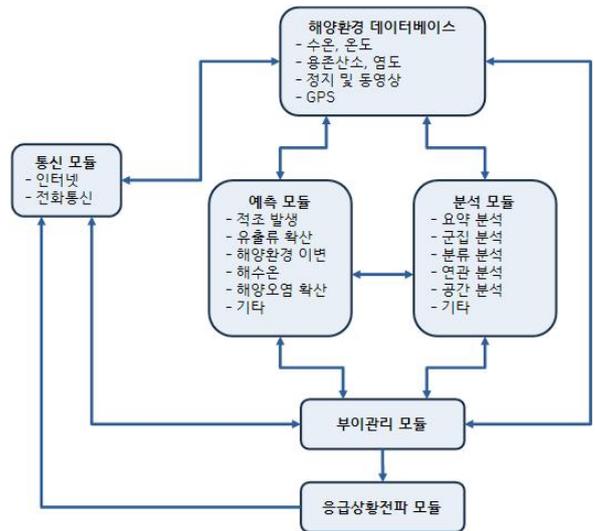
간이 해양환경 분석 모듈은 부이의 센서에서 수집되는 해양 정보를 이용하여 1차로 해양환경 변화 예측 및 분석한다. 간이 분석 모듈은 자동화 센싱 스케줄 모듈 및 통신 모듈과 연결되고, 통신 모듈을 통하여 간의 분석 및 예측 결과를 서버에 전달한다. 1차 분석 및 예측 결과는 서버의 예측 및 분석 모듈의 기본 자료로 활용된다. 즉, 부이의 센서 모듈에서 수집된 수온, 온도, 용존산소, 염도, GPS, 정지화상 및 동영상을 부이의 간이 해양환경 분석 모듈에서 해양 응급 상황 및 해양 재해 1차로 예측한다. 이렇게 예측된 결과를 유기관 긴급 상황 전파하고 서버의 2차 정밀 분석 및 예측의 기초 자료로 활용되어 정확한 해양환경 상황 판단 및 상황 관리를 할 수 있다.

마. 통신 모듈

부이 통신모듈은 국내의 근해 및 원해에서 부이와 서버 간에 통신이 가능하도록 CDMA와 위성통신 모듈의 이중 모듈로 구성된다. 즉, 근해는 무선 기지국을 이용하여 통신하여, 원해는 위성통신을 이용하여서 통신함으로써 감시 부이의 설치 지역의 제약 사항을 해결한다. 또한 통신모듈을 통하여 효율적인 해양환경 정보 및 자료 관리와 서버로부터 부이를 원격 제어한다.

2.3. 해양 재해 예측/분석 서버

해양 재해 예측/분석 서버는 그림 3과 같이, 통신 모듈, 해양환경 데이터베이스, 예측/분석 모듈, 부이관리 모듈, 응급상황전파 모듈로 구성된다.



(그림 3) 해양 재해 예측/분석 서버

가. 통신 모듈

서버의 통신 모듈은 인터넷과 전화통신망으로 이원화하여 구성되며, 전화망과 인터넷 망을 이용하여 해양환경 감시 부이를 관리 및 통제한다. 또한 수집된 해양환경 정보를 수신하여서 해양환경 자원에 대한 실시간 웹기반 통합 서비스 플랫폼을 지원한다. 이외에도 해양 분석 및 재해의 예측 결과 자료를 사용자에게 송수신 하며, 응급상황 전파 시 전화통신을 이용하여 자동 메시지 및 음성 메시지를 전송한다.

나. 해양환경 데이터베이스

해양환경 정보는 자료 자체만으로 가치를 가지기 때문에 지속적인 기록유지와 관리가 매우 중요하다. 해양환경 데이터베이스는 통신 모듈을 통하여 부이로부터 해양환경 자료를 수신하여서 해양환경 데이터베이스를 구축한다. 해양환경 데이터베이스는 국내 각 해역(서해/남해/동해)의 원해 및 근해 역의 각 지역별로 자료를 유지 관리할 수 있도록 해양환경, 해양사건, 예측, 분석 등의 데이터베이스 스키마 구성된다. 해양환경 스키마는 각 해역별 수온, 온도, 용존산소, 염도, 정지 및 동영상, GPS 자료와 기타 추가 자료로 구성된다.

해양사건 스키마는 급격한 기상변화(장마/폭우/폭설/태풍/해일), 급격한 해양오염, 원유유출, 유해 적조발생, 기타 해양 사고 정보로 구성된다. 예측/분석 스키마는 예측 및 분석 모듈의 결과로 구성된다. 이중 예측 스키마는 적조 발생, 유출류 확산, 해양환경 이변, 해수온, 해양오염 확산 기타 예측 스키마로 구성되고, 분석 스키마는 요약, 군집, 분류, 연관, 공간, 기타 분석으로 구성된다.

다. 예측/분석 모듈

서버는 해양 재난 예측과 해양환경 분석을 위해서 예측 모듈과 분석 모듈로 구성된다. 예측 모듈은 해양환경 데이터베이스의 자료를 이용하여서 적조 발생, 유출류 확산,

해양환경 이변, 해수온, 해양오염 확산, 기타 등을 예측할 수 있다. 분석 모듈은 해양 환경 자료를 이용하여서 요약, 군집, 분류, 연관, 공간, 기타 분석을 하고, 분석결과를 사용자에 서비스하거나 예측 모듈의 기초 자료로 활용한다. 이러한 예측/분석 모듈의 결과는 부이관리 모듈과 상호작용을 통하여 해양환경 데이터베이스 및 지능형 감시 부이와 피드백하며, 응급상황을 판단하여서 응급상황전파모듈에 상황을 전송한다.

라. 부이관리 모듈

서버의 부이관리 모듈은 통신 모듈을 이용하여서 해양 환경 감시 부이를 관리 하고 통제한다. 또한 실시간으로 인터넷 상으로 관리/통제하기 위해서 웹기반 통합 서비스 플랫폼의 부이관리 모듈의 인터페이스를 제공한다.

마. 응급상황전파 모듈

응급상황전파 모듈은 해양 응급상황을 전파한다. 즉, 부이의 예측모듈이나 서버의 예측/분석 모듈의 예측 및 분석 결과 응급상황 발생하면 유기관이나 관련담당자에게 응급상황을 자동으로 전파한다. 또한 웹기반 통합 서비스 플랫폼에 실시간으로 상황을 공지한다.

3. 결론

본 논문은 국내의 원해 및 근해역의 해양환경을 능동적으로 수집 및 감시하고, 수집된 해양 환경자료를 분석하여서 해양 재해를 예측할 수 있는 시스템 모델을 제안하였다. 제안시스템은 지속적으로 해양환경을 모니터링 하여서 기록 유지할 수 있으며, 수집된 해양환경 정보를 분석해서 해양 재해를 예측하여서 해양 재해의 피해를 최소화 하는 데에 활용 할 수 있다. 앞으로는 제안 모델을 구현하고, 구현된 모델을 실제 해양환경에서의 실증 테스트에 대한 연구가 필요하다.

Acknowledgement

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2011-0022980)

참 고 문 헌

[1] J. Tateson, C. Roadknight, A. Gonzales, T. Khan, S. Fitz, I. Henning, N. Boyd, C. Vincent, and I. Marshall, "Real World Issues in Deploying a Wireless Sensor Network for Oceanography," In proceeding of REALWSN, Jun, 2005.

[2] 윤남열, 남궁정일, 박현문, 박수현, 김창화, "해양 적응형 무선센서네트워크 기반의 수중 환경 모니터링 시스템", Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 13, No. 1. pp.122-132, Jan. 2010.

[3] 기상청, "http://www.kma.go.kr/index.jsp", 2011.

[4] 윤강호, "우리나라의 해양 기상/환경 모니터링 분야 기술현황 및 전망", 대한환경공학학회지 30권 2호, pp.128-135, 2008.

[5] 유영호, 강용수, 이원부, "해양환경모니터링을 위한 표류부이 개발", 한국마린엔지니어링학회지 제33권 제5호, pp.705-712, 2009.

[6] 해양수산연구정보포털, "http://portal.nfrdi.re.kr/page?id=pr_index", 2011.

[7] 국립수산과학원 적조정보 홈페이지 http://portal.nfrdi.re.kr/redtide/index.jsp

[8] 김진기, 윤홍주, "원격탐측을 이용한 여수만일대의 유해적조발생 예측기법", 한국GIS학회 추계학술대회, pp.47-57, 2001.

[9] Y. Li and T. Smayda, "Heterosigma akashiwo (Raphidophyceae): On prediction of the week of bloom initiation and maximum during the initial pulse of its bimodal bloom cycle in Narragansett Bay", Plankto Biol. ecol. vol. 47 num. 2, pp. 80-84, 2000.

[10] 송병호, 정민아, 이성로, "사례 기반 추론을 이용한 적조 예측 모니터링 시스템 구현 및 설계", 한국통신학회논문지, 제35권 제12호, pp.1819~1826, 2010.

[11] 김상운, "허베이 스프리트호 원유유출사고와 방제시스템 개선 방법", 대한환경공학회지, Special Feature, pp.115-120, 2008

[12] 박옥현, 정산진, "해양에서의 기름확산 예측을 위한 Lagrangian 동력학 이론의 적용", 대한환경공학회지, 제7권 제1호, pp.1-11, 1985.

[13] 김혜진, 이한진, 이문진, "해양 유출유 사고 방제 지원 GIS 프로그램 개발", 한국지리정보학회지, 제9권 제3호, pp.58-66, 2006.

[14] 양찬수, 김도연, 오정환, "인공위성 원격탐사 데이터와 수치모델을 이용한 해상 유출유 예측 향상 연구: Hebei Spirit호 기름 유출 적용", Korea Journal of Sensing, Vol. 25, No. 5, pp.435-444, 2009.