

해양환경 모니터링을 이용한 해양재해 예측 시스템 모델

박 선*, 이 성 로^o

Marine Disasters Prediction System Model Using Marine Environment Monitoring

Sun Park*, Seong Ro Lee^o

요 약

최근 세계적으로 바다가 자원의 보고로 주목 받으면서 해양 환경 분석 및 예측 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 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. 그러나 국내 해양 환경에 대한 조사 및 분석 연구는 제한적이다. 본 논문은 국내의 원해 및 근해역에서 수집된 해양 환경 자료를 분석하여 해양재해를 예측할 수 있는 시스템 모델을 연구한다. 이를 위해서 본 논문에서는 해양재해 예측 시스템을 위해서 통신시스템 모델, 해양환경 자료 수집 시스템 모델, 예측분석 시스템 모델, 상황전파시스템에 대한 모델을 제시하였다. 또한 예측분석 시스템을 위한 적조 예측 모델과 요약분석 모델을 제시하였다.

Key Words : marine monitoring, marine disasters, prediction model

ABSTRACT

Recently, the prediction and analysis technology of marine environment are actively being studied since the ocean resources in the world is taken notice. The prediction of marine disaster by automatic collecting marine environment data and analyzing the collected data can contribute to minimized the damages with respect to marine pollution of oil spill and fisheries damage by red tide blooms and marine environment upsets. However the studies of the marine environment monitoring and analysis system are limited in South Korea. In this paper, we study the marine disasters prediction system model to analyze collection marine information of out sea and near sea. This paper proposes the models for the marine disasters prediction system as communication system model, a marine environment data monitoring system model, prediction and analyzing system model, and situations propagation system model. The red tide prediction model and summarizing and analyzing model is proposed for prediction and analyzing system model.

I. 서 론

국내의 해양산업은 삼면이 바다로 이루어져 있기

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2009-0093828).

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2013-H0301-13-2005).

◆ 주저자 : 목포대학교 정보산업연구소, sunpark@mokpo.ac.kr, 정희원

○ 교신저자 : 목포대학교 정보전자공학과, srlee@mokpo.ac.kr, 정희원

논문번호 : KICS2013-01-018, 접수일자 : 2013년 1월 14일, 최종논문접수일자 : 2013년 3월 8일

때문에 어업을 비롯한 다양한 종류의 양식업이 잘 발달되어 있다. 그러나 국내의 수산업은 해양재해나 기상 환경에 따라서 많은 영향을 받고 있다. 즉, 대량의 해양 원유유출과 같은 해양사고에 의한 피해, 근해 오염에 의한 대량의 적조발생 및 양식업의 피해, 태풍과 같은 자연 재해로 발생하는 대량의 경제적 손실 등이 있다. 이러한 수산업에 대한 해양재해는 자동화된 재해예측방법들을 적용하여 대비함으로써 피해를 최소화할 수 있다. 그러나 국내의 자동화된 해양재해예측에 대한 연구는 아직 초기단계에 있다. 해양재해를 예측하기 위해서는 지속적으로 해양자료를 수집하고 기록하는 것이 중요하다. 국내의 해양 모니터링에 관한 연구들은 많이 이루어지고 있으나 단순히 해양으로부터 수집된 자료를 데이터베이스 하는 수준에 그치고 있다. 해양재해를 예측하기 위해서는 수집된 자료를 효율적으로 분석하고 예측할 수 있는 예측 모델에 대한 연구가 필요하나 아직은 극히 제한적으로 이루어지고 있다.

다음은 국내에서 연구되고 있는 해양 모니터링 및 해양재해에 대한 연구들이다. 해양환경 모니터링 연구로는 해양관측용 부이[1-5], 해양기상 및 온도 측정을 위한 레이더 및 마이크로파 라디오미터[5], 국립수산원의 해양환경 모니터링 시스템[6], 수중 환경 모니터링 시스템[4] 등이 있다. 해양환경 모니터링에 대한 연구는 대부분은 해양 수표면의 환경 변화 수집에 대한 연구가 대부분이다. 이들 연구를 위한 모니터링 시스템의 제작비용이 높고, 설치장소가 제한적이어서 수집되는 해양환경자료 역시 극히 제한적이다.

해양재해에 대한 연구로는 적조발생, 기름유출, 태풍과 같은 자연재해 및 기타 재해 등이 있다. 이 중 특히 국내에 많은 피해를 입히는 것은 태풍에 의한 피해로 매년 발생하고 있다. 그러나 태풍에 의한 피해는 수산업 보다는 항만 시설이나 육지의 시설에 집중적으로 피해를 입히고 있다. 수산업에 특히 피해를 입히는 것은 적조로서 국내 연근해 양식장에 피해가 거의 매년 발생하고 있다. 이 때문에 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 편이다⁷⁻¹⁰⁾. 다음으로 많은 피해를 입히는 것은 해양 기름유출 사고에 의한 해양 오염피해이다. 유출유사고가 발생하면 단기간에 피

해가 끝나는 것이 아니라 장기에 걸쳐서 해양환경에 영향을 미치고 있으면, 사고 이전으로 복구하기 위해서는 많은 시간과 비용이 들고 있다. 이 때문에 유출 사고 발생 시 유출확산을 예측하여 방제에 적용하는 연구가 진행되고 있으나 정확한 유출 경로 파악이 힘들어 정확한 유출확산 경로를 예측하는 것은 힘든 실정에 있다¹¹⁻¹⁴⁾.

해양재해의 피해를 최소화시키기 위해서는 국내 전 해역의 정확한 해양환경 자료를 수집해야 되며, 수집된 자료를 이해하고 분석하여서 해양재해를 예측할 수 있는 모델이 필요하다. 본 논문은 국내에서 극히 제한적으로 이루어지는 해양재해 예측에 대한 연구를 활성화 시키기 위하여 여러 가지 다양한 해양재해를 예측할 수 있는 통합 시스템 모델을 제안한다. 제안된 시스템 모델은 기름 유출에 의한 해양 오염 피해, 유해 적조발생에 의한 수산업의 피해, 해양환경 이변에 의한 피해를 신속히 대비하거나 예측 결과를 전파하여서 피해를 최소화하는데 기여할 수 있을 것이다.

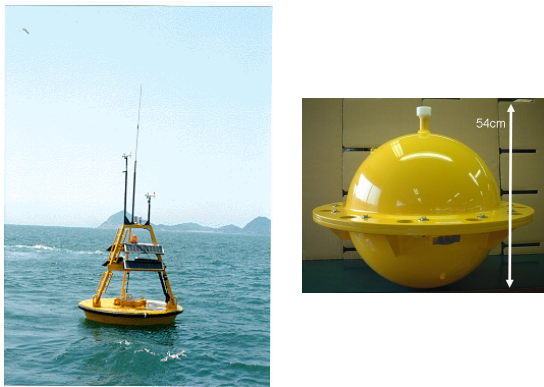
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로 해양환경 모니터링과 해양재해 예측에 대한 기존관련연구를 알아보고, 3장에서는 제안모델을, 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 관련연구

2.1. 해양환경 모니터링

Tateson 등은 부표에는 무선송수신 안테나를 설치하여 수중유선으로 연결된 온도와 수압 측정 센서를 정보를 전달하기 위한 통신 모델을 연구하였다¹⁾. 윤남열 등은 수질 환경 모니터링을 위해 경포호에 해양 데이터 통신망을 구축하였다. 이들은 웹 카메라, 온도, 염도, 용존산소량 등 수질 환경을 측정할 수 있는 센서로부터 수집되는 정보를 전달하기 위해서 이더넷 및 CDMA(code division multiple access, 코드분할다중접속)를 이용하였다²⁾. 이외에도 레이더를 이용한 강우 및 폭설탐지와 마이크로파 라디오미터를 이용한 해수 온도변화 측정에 대한 연구가 있다⁴⁾. 유영호의 저자들의 연구에서는 해양 환경 모니터링을 위한 부이의 이동경로를 연구하였다. 이들이 제안한 표류부이는 해상 풍, 해류 및 조류에 의해 유동할 수 있도록 설계되어 있으며, 위성 통신모델을 이용하여 측정된 수온과 염분 자료를 전송할 수 있다⁵⁾. 국립수산과학원에서는 어족의 어장형성 해역에 대한 기초자료와 기후변동에 따른

향후 수산자원 변동 예측을 위한 기초자료로 활용하기 위해서 연안정기관측, 서해해양조사, 서해어장환경모니터링, 국가해양환경측정망, 유해적조모니터링, 한중황해환경모니터링조사, 해파리모니터링 등의 해양환경에 대한 다양한 감시시스템을 운영 중에 있다^[6]. 기상청[4]에서는 그림 1의 부이를 이용한 해양환경 자료를 관측하고 있다. 그림 1(a)는 고정형 기상관측 부이로 덕적도 외 7개소에 설치되어 풍향, 풍속, 기압, 습도, 기온, 수온, 해면 상태를 매 시간 관측하여 기상청 사이트[3]에서 서비스하고 있다. 그림 1(b)는 표류형 부이로 해류를 따라서 해양환경을 모니터링 하도록 개발되어 현재 시범용으로 연구 운용되고 있다. 박선의 저자들은 해양환경 모니터링 및 분석 시스템 모델[15]을 제안하였다.



(a) 고정형 기상관측 부이 (b) 표류형 부이
 (a) Fixed weather meteorological buoy (b) drifted buoy

그림 1. 해양 기상관측용 부이
 Fig. 1. Marine weather meteorological buoy

2.2. 해양재해 예측 및 분석

우리나라 수산업에 피해를 주는 해양재해로는 적조발생, 기름유출, 태풍과 같은 자연재해 및 기타 재해 등이 있다. 국내 연안에 오염이 증가할수록 적조의 발생 또한 증가하고 있으며, 적조발생에 최적의 기상여건이 형성되면 양식장 및 수산업에 대량의 피해를 입히고 있다. 다음 그림 2는 2012년 8월 여수 가두리 양식장에 발생한 유해적조에 의한 폐사한 양식어류와 유해적조가 아가미에 부착해 어류를 폐사시키는 모양이다^[7].



(a) 양식장 어류폐사 모습 (b) 아가미에 부착된 코클로로 디니움
 (a) Fall dead fish on a fish farm (b) *Cochlodinium* P. on branchiae

그림 2. 적조에 의한 가두리 양식장 피해
 Fig. 2. Damage of marine farming by red tide blooms

김진기 등[8]의 연구에서 원격탐측을 이용한 여수만 일대의 유해적조발생 예측기법을 제안하였다. 이들의 방법은 기존자료와 위성의 원격탐측 자료, 현장조사 등의 자료를 분석함으로써 기존 해류의 흐름과 이동경로를 기반으로 적조의 발생과 이동경로를 개략적으로 예측할 수 있다. Li와 Smayda[9]는 나라간트 만(Narragansett bay)의 38년 동안의 헤테로시그마 아카시오(*Heterosigma akashiwo*, 유해적조생물) 자료를 분석하여 초기 적조 발생 주간과 최고 적조발생 기간의 두 분포간의 예측에 대하여 연구하였다. 참고문헌[8], [9]의 방법은 자동화된 예측방법이 아닌 사람이 직접 자료를 분석하여서 적조발생을 예측하는 방법이다. 송병호 등[10]은 사례기반 추론을 이용한 적조 예측 모니터링 시스템을 설계하였다. 이들의 제안방법은 기존의 적조발생 자료를 이용하여서 사례베이스를 생성하고, kNN(k Nearest Neighbor)알고리즘을 이용하여 가장 유사성이 높은 사례를 검색한다. 그러나 이들의 방법은 이전 적조발생 자료와 비교하여서 유사도가 가장 높은 자료를 이용하여서 단순히 적조를 판별하였으며, 적조 생물의 증가 및 발생과 같은 수치형으로 처리하는 대에는 제한적이다.

그림 3은 2007년 12월에 발생한 허베이 스프리트 호의 1만 2547 kl 원유 유출사고로, 해양 생태계 피해액은 매년 약 1조 3000억에 달한다고 경기개발연구원에서 예측하였다. 이와 같은 사고는 한번의 방재 작업으로 끝나는 것이 아니라 몇 십년동안 생태계에 피해를 입히며 경제적으로 많은 피해를 준다. 이러한 피해를 줄이기 위해서는 초기 방재 작업이 중요하며, 초동 조치를 위해서는 정확한 유출유의 이동을 예측해야 한다^[11].



그림 3. 허베이 스프린트 호 원유 유출 사고
Fig. 3. Oilspill of HEBEI SPIRIT

박옥현 외 등은 랑그라지 동력학 이론을 적용한 해양에서의 기름확산 예측 방법을 연구하였다. 이들의 연구는 단지 이론적인 연구에 제한되었으며, 실제 해양환경에는 적용 하지 않았다^[12]. 김혜진 등은 경기만과 여수 지역의 유출유 방제 업무 지원을 위한 환경 민감도 정보를 GIS(Geographic Information System) 데이터베이스로 구축하고 GIS 프로그램을 개발하였다^[13]. 양찬수 등은 인공위성 원격탐사 자료와 수치모델을 이용한 해상 유출유 예측의 향상에 대하여 연구하였다. 이들은 3차원 수치 모델을 이용하여 2007년 12월 태안에서 발생한 허베이 스프린트 호의 유출유 이동을 예측하여 초기 모델과 비교하여서 더 개선된 결과를 보였다^[14].

기타 해양재해로는 태풍, 해일, 풍랑, 폭우 등이며, 부산과 인천의 항만 시설에 그 피해를 입은 사례가 있다. 또한 지구 온난화에 따른 폭우, 태풍, 폭설, 홍수 및 가뭄 등의 기상 이변은 해양의 생태계뿐만 아니라 연안 시설에 지속적인 피해를 주고 있다.

III. 제안 모델

본 논문은 해양재해의 피해를 최소화 할 수 있도록 해양재해 예측 시스템 모델을 제시한다. 제안 시스템 모델은 해양환경의 수집된 정보를 분석하여 해양재해를 예측함으로써 해양재해의 피해를 최소화 할 수 있다. 제안 시스템은 그림4와 같이 통신 시스템, 해양환경 수집 시스템, 예측 시스템, 분석 시스템, 상황전파 시스템으로 구성된다.

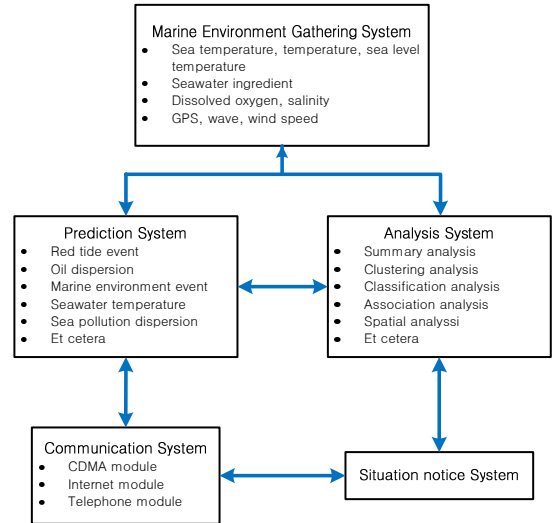


그림 4. 해양재해 예측 모델
Fig. 4. Marine Disasters Prediction Model

3.1. 통신 시스템

통신 시스템은 CDMA 모듈을 기반으로 인터넷과 전화통신망으로 이원화하여서 구성된다. 수집된 해양환경 정보를 수신하여서 분석 및 예측 시스템에 전달하며, 이들의 결과를 전파한다. 근해의 수집된 해양환경자료를 예측 및 분석 시스템에 전달하기 위해서는 CDMA 모듈을 이용하며, 원해 및 CDMA모듈 이상시 수집정보를 전달하기 위해서는 인공위성을 통한 인터넷 망을 이용한다.

3.2. 해양환경 수집 시스템

해양환경 수집 시스템은 통신 시스템을 통하여 해양 수집 센서로부터 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 적조발생, 유출류 확산, 해양환경 이변, 해수온, 해양오염 확산 기타 예측 스키마로 구성되고, 분석 스키마는 요약, 군집, 분류, 연관, 공간, 기타 분석으로 구성된다.

3.3. 예측/분석 시스템

해양 재난 예측과 해양환경 분석을 위해서 예측 시스템과 분석 시스템으로 구성된다. 예측 시스템은 수집된 해양환경 데이터베이스의 자료를 이용하여서 적조 발생, 유출류 확산, 해양환경 이변, 해수온, 해양오염 확산, 기타 등을 예측할 수 있다. 예측 시스템을 구성하기 위해서는 각 상황에 적합한 모델을 구축해야한다. 일반적으로 예측에는 분류 기법이 많이 적용된다. 적조발생, 해양환경 이변, 해수온 등의 고정된 패턴의 예측에는 SVM(support vector machine, 지지벡터머신)이나 의사결정트리를 이용하여 모델을 구성하는 좋은 결과를 나타낸다. 유출류 확산이나 해양오염 확산과 같이 유동적인 예측에는 랑그라지 동력학 이론을 이용하는 것이 일반적인 분류기법을 적용하는 것보다 더욱 효율적이다^{16,17)}.

분석 모듈은 해양 환경 자료를 이용하여서 요약, 군집, 분류, 연관, 공간, 기타 분석을 하고, 분석결과를 사용자에게 서비스하거나 예측 모듈의 기초 자료로 활용한다. 요약 분석은 해양환경의 대량정보에 대한 대략적인 개념을 파악하기 위해서 중요한 주제들로 나타내어 정보를 간략화 시키는 분석방법이다. 요약 정보를 추출하기 위해서 주로 PCA(principal component analysis, 주성분분석) 이나 NMF(non-negative matrix factorization, 비음수 행렬분해)이 적용된다. 군집은 해양 정보를 유사한 특성을 갖는 그룹으로 분류하여 분석하는 방법으로 Kmeans나 퍼지 군집방법이 주로 이용된다. 분류는 주어진 레이블의 특성에 맞는 해양자료들을 분류하는 방법으로 분류를 위해서는 해양환경 자료의 특성에 맞도록 분류 모델을 구축해야 한다. 분류에 사용되는 주요 기술로는 SVM, 의사결정 트리, 신경망, 나이브 베이지안 등이 있다. 연관 분석은 하나의 해양자료로부터 특별한 사건이 발생할 때 연관되어 발생하는 사건을 찾는 분석방법으로 아프로리오 알고리즘이 주로 사용된다. 공간 분석은 해양자료가 수집된 지역관의 연관성을 분석하는 방법으로 공간 마이닝 방법이 적용된다. 기타분석방법으로 연속적으로 발생하는 해양자료를 분석하기 위해서 시계열 분석방법을 이용하거나 해양 이미지 분석을 통한 이미지 검색 등을 한다.

표 1. 예측/분석 시스템모델의 사용 방법

Table 1. Using methods of prediction and analysis system model

	model	applied method
prediction system	· red tide prediction · marine environment event prediction · marine temperature prediction · et cetera	· naive Bayesian · decision tree · neural network · SVM
	· oil dispersion prediction · sea pollution dispersion prediction	· lagrange hydrodynamics theory · fluid mechanics
analysis system	· sumary analysis	· PCA · NMF
	· clustering analysis	· Kmeans · fuzzy clustering
	· classification analysis	· decision tree · naive Bayesian · SVM · neural network
	· association analysis	· Apriori algorithm
	· spatial analysis	· spatial mining
	· et cetera	· time-series analysis · image analysis

다음 표1은 예측/분석 시스템 모델에 적용되는 기술을 요약한 것이다. 예측/분석 시스템의 결과는 해양 수집 센서들과 상호작용을 통하여 해양환경 데이터베이스에 피드백하며, 상황을 판단하여서 상황전파 시스템에 관련 자료를 전파한다. 다음 항에서는 예측 시스템에서 적용되는 여러 가지 기술들 중에 나이브 베이지안을 이용하여 예측 모델화 방법과 요약 분석을 위한 모델화 방법을 설명한다.

3.3.1. 적조 예측 모델

본 논문에서는 적조 예측 모델을 생성하기 위해서 나이브 베이지안을 분류자로 사용한다. 적조 예측을 모델화하기 위해서는 이전 적조발생에 대한 정보를 전처리해야한다. 전처리에서는 적조발생 건수, 적조 발생 전 수온 및 기온의 일수, 강수 회수 등의 정보를 분류자를 생성하도록 정규화 한다. 즉, 학습 자료를 위한 전처리로 수온 및 기온은 적조발생 전 10일간의 평균값을 계산하고, 강수량은 적조발생 전 10일간의 총 강수량을 계산한다. 이들 중에서 10일평균수온, 10일평균기온, 10일총강수량은 입력 학습 자료이고, 생물밀도는 출력 학습 자료이다. 분류자에 사용되는 출력함수는 최소값 0과 최대

값 1을 출력하기 때문에 최종적으로 입력 자료를 분류자에 적용하기 위해서는 0과 1사이의 값으로 정규화 시킨다.

나이브 베이저안 알고리즘은 자료를 분류하기 위하여 식(1)과 같이 베이스 정리를 이용하여서 주어진 자료에 대한 분류표시의 사후확률값(posterior probability)을 추정하여서 이루어진다^[18].

$$\Pr(c_j|d_i) = \frac{\Pr(c_j)\Pr(d_i|c_j)}{\Pr(d_i)} \quad (1)$$

여기서 $\Pr(c_j)$ 는 전체 자료 집합에서 임의로 추출한 자료가 분류표시 c_j 에 속할 사전확률값, $\Pr(d_i|c_j)$ 는 분류표시 c_j 에 속하는 자료 집합에서 임의로 추출된 자료가 d_i 일 확률, $\Pr(d_i)$ 는 전체자료집합에서 임의 추출한 자료가 d_i 일 확률 값을 의미한다.

식(1)의 사후확률 값을 추정할 수 있도록 모델 Θ_{NB} 를 추정하고 나면 자료 분류자 $f_{\theta_{NB}}$ 는 입력된 자료에 대한 모든 분류표시에 대한 사후확률 값을 계산한 후에 가장 큰 사후확률 값을 가지는 분류표시를 반환한다. 이를 다음 식(2)와 같이 나타낼 수 있다. 즉, 분류가 여러 개일 경우 각각의 분류에 대해 해당 조건부 확률을 계산할 수 있으며 입력 자료는 고정되어 있으므로 가장 높은 확률을 가지는 분류가 해당 자료가 속할 분류가 된다.

$$\begin{aligned} f_{\theta_{NB}}(d_i) &= \operatorname{argmax}_{c_j \in C} \Pr(c_j|d_i) \\ &= \operatorname{argmax}_{c_j \in C} \frac{\Pr(c_j)\Pr(d_i|c_j)}{\Pr(d_i)} \end{aligned} \quad (2)$$

전처리된 학습자료를 이용하여 나이브 베이저안 분류자를 학습한 다음, 예측 이전 날짜의 수온 및 기상 정보를 분류자에 입력하면 학습된 자료와 가장 높은 확률을 가진 분류로 입력자료가 분류된다. 이 분류된 확률 결과를 이용하여 적조발생 여부를 예측할 수 있다. 즉, 분류는 적조발생과 적조미발생으로 구분할 수 있으며, 입력자료의 확률이 적조미발생보다 적조발생이 높으면 이후에 적조가 발생할 확률이 높으므로 적조발생을 예측할 수 있다.

3.3.2. 요약 분석 모델

요약 분석의 목적은 크게 두 가지로 구분하여 적용할 수 있다. 요약 분석은 사용자가 원하는 질의 구간에 대한 요약을 하는 질의 기반의 요약 분석과, 입력 자료 전체를 잘 설명할 수 있는 주제들로 요

약하는 포괄적 요약 분석으로 구분할 수 있다. 본 논문에서는 요약 분석에 만이 사용하는 NMF를 이용한 요약 분석 모델화 방법에 대하여 설명한다. 요약 분석 역시 해양 정보를 분석하기위서는 해양자료를 전처리하여 모델에 적합하게 정규화를 해야 한다. 정규화된 자료를 벡터모델로 만들고, 벡터모델에 식(4)와 식(5)를 이용하여 NMF를 하여 해양 자료의 특징을 잘 설명할 수 있는 의미특징으로 분해하고, 이들 중 의미특징값 이 높은 해양자료를 요약정보로 이용한다.

NMF는 비음수로 구성된 대량의 객체정보로부터 두 개의 행렬로 구성된 비음수로 된 부분정보를 추출하고, 이들의 선형 조합으로 객체를 표현할 수 있도록 하는 방법이다. 추출된 첫 번째 행렬은 객체의 부분정보를 두 번째 행렬은 부분정보에 대한 가중치로 나타낼 수 있다. NMF 알고리즘은 주어진 비음수 행렬로부터 두 개의 비음수의 인수를 찾는 행렬로 분해한다. NMF 알고리즘은, 식(3)의 목표함수 J 가 0에 가깝게 수렴 할 때까지 식(4)와 식(5)를 이용하여 행렬 W 와 H 의 값을 동시에 갱신한다^[19,20].

$$J = \|A - WH\|^2 \quad (3)$$

식(4)와 식(5)의 목적은 행렬 A 를 비음수 $m \times r$ 행렬 W 와 비음수 $r \times n$ 행렬 H 로 분해하는 것이다. 여기서, A 는 m 개의 용어와 n 개의 문장으로 이루어진 $m \times n$ 행렬이고, r 은 의미특징의 개수로 일반적으로 행의 수보다 작게 설정한다.

$$H_{ij} \leftarrow H_{ij} \frac{(W^T A)_{ij}}{(W^T W H)_{ij}} \quad (4)$$

$$W_{ij} \leftarrow W_{ij} \frac{(A H^T)_{ji}}{(W H H^T)_{ji}} \quad (5)$$

요약방법은 다음과 같다. 첫째, 요약을 원하는 입력 자료를 전처리하여 벡터행렬로 구성한 후 식(4)와 식(5)를 이용하여 비음수 행렬 분해하여 두개의 의미특징 행렬 W 와 H 를 계산한다. 둘째, 의미특징 행렬 W 에서 가장 높은 의미특징 열벡터를 선택한다. 그런 다음에 선택된 의미 특징 열벡터와 대응 되는 의미 변수 행렬 H 의 행벡터를 선택한다. 마지막으로 선택된 의미 특징 열벡터에서 가장 큰 요소 값과 대응되는 원본의 행 자료를 입력자료의 요약정보로 추출한다.

3.4. 상황전파 시스템

상황전파 시스템은 해양환경자료로부터 분석 및 예측된 정보를 모델화된 시나리오 상황에 맞추어 해양재해 상황을 전파한다. 예측/분석 시스템의 예측 및 분석 결과 해양재해 상황이 발생하면 유기관이나 관련담당자에게 상황을 자동으로 전파할 수 있도록 상황전파 시나리오를 모델화하며, 웹기반 통합 서비스 플랫폼에 실시간으로 상황을 공지할 수 있도록 모델화 한다.

IV. 실험 및 평가

본 논문에서는 적조예측 모델에 대한 실험을 하였다. 실험에 사용된 자료는 국립수산과학원의 적조 정보시스템[7]으로부터 가져온 통역지역의 2003년부터 2012년 10년 동안 발생한 적조를 이용하였다. 적조예측을 위해 사용된 방법은 SVM(support vector machine), BPNN(back propagation neural network), 나이브 베이지안 분류자를 이용하였다^[16-18]. 다음 표2는 3개의 예측 분류자를 이용하여 예측한 결과의 정확률을 평가한 결과이다. 표에서 보이는 것과 같이 나이브 베이지안 분류자를 이용한 예측 결과가 92.3%로 가장 좋은 성능을 보이고 있다. 일반적으로 SVM 분류자가 좋은 성능을 보이거나 적조 예측에서는 나이브 베이지안 분류자가 적조의 자료 특성에 더 적합한 것으로 보인다.

표 2. 실험 평가 결과
Table 2. Result of experiment of evaluation

	BPNN	SVM	naive Bayesian
accuracy	79.8%	90.5%	92.3%

V. 결 론

본 논문은 국내의 원해 및 근 해역에서 수집된 해양 환경 자료를 분석하여 해양재해를 예측할 수 있는 시스템 모델을 제안하였다. 제안시스템 모델은 지속적으로 수집된 해양환경 자료를 데이터베이스화할 수 있으며, 수집된 해양환경 정보를 분석해서 해양재해를 예측하여서 해양재해의 피해를 최소화 하는 데에 활용할 수 있다. 이후연구로는 제안 모델을 구현하고, 구현된 모델을 실제 해양환경에서의 실증 테스트에 대한 연구를 진행할 예정이다.

References

- [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 *Proc. REALWSN*, pp. 1-6, Stockholm, Sweden, June 2005.
- [2] N. Y. Yun, J. I. Namgung, H. M. Park, S. H. Park, and C. H. Kim "The underwater environment monitoring system based on ocean oriented WSN," *J. Korea Multimedia Soc.*, vol. 13, no. 1. pp. 122-132, Jan. 2010.
- [3] KMA, Retrieved Feb., *weather data*, 2013, [Online] Available: <http://www.kma.go.kr/index.jsp>.
- [4] K. H. Yoon, "The present and future state of national disaster prevention system in Korea," *Korea Inst. Construction Techonology Hydrology Research Division*, vol 30, no. 2, pp.128-135, Feb., 2008.
- [5] Y. H. Yu, Y. S. Gang, and W. B. Lee, "Development of a floating buoy for monitoring ocean environment," *J. Korean Soc. Marine Eng.*, vol. 33, no. 5, pp.705-712, May, 2009.
- [6] NFRDI, "*national fishers research & development institute, marine mornitering system*", Retrieved Feb., 21, 2013, [Online] A v a i l a b l e : http://portal.nfrdi.re.kr/page?id=pr_index, Feb. 2013.
- [7] NFRDI Redtide, "*national fishers research & development institute, red tide information system*", Retrieved Feb., 23, 2013, [Online] A v a i l a b l e : <http://portal.nfrdi.re.kr/redtide/index.jsp>.
- [8] J. G. Kim, H. J. Yun, "Harmful red tide prediction method on Yusu bay using remote monitoring", *Korea GIS institute*, spring domestic conference, pp.47-57, Seoul, Korea, June 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 no. 2, pp. 80-84, Feb. 2000.

[10] B. H. Song, M. A. Jung, and S. R. Lee, “A design and implementation red tide prediction monitoring system using case based reasoning,” *The J. Korea Inf. and Comm. Society (KICS)*, vol. 35, no.12, pp.1819~1826, Dec. 2010.

[11] S. W. Kim, “The proposals for improvement of oil preparedness and reponse system from the oil spill incident of the tanker Hebei Sprit,” *KSEEE Special Feature*, pp.115-120, Feb. 2008.

[12] O. H. Park and S. J. Jung, “The application of Lagrangian dynamical theory to the prediction of lateral diffusion of oil,” *KSEEE*, vol.7, no.1, pp.1-11, Jan. 1985.

[13] H. J. Kim, H. J. Lee, and M. J. Lee, “Building of GIS program for controlling oil spill accident,” *Korea Spatial Inform. Soc. (KSIS)*, vol.9, no.3, pp.58-66, Mar. 2006.

[14] C. S. Yang, D. Y. Kim, and J. H. Oh, “Study on Improvement of Oil Spill Prediction Using Satellite Data and Oil-spill Model: Hebei Spirit Oil Spill,” *Korea J. Sensing*, vol. 25, no. 5, pp.435-444, May 2009.

[15] S. Park, C. W. Kim, S. R. Lee, “Marine environment monitoring and analysis system model”, *Journal of the Korea institute of information and communication engineering*, vo.16, no.10, pp.2113-2120, October, 2012.

[16] J. Han, M. Kamber, *Data mining concepts and techniques, second edition*, MorGan Kaufmann, 2006.

[17] J.W. Yoon, *Programming collective intelligence*, Hanbit Media Inc., 2008.

[18] H. Y. Han, “The concept of pattern recognition, integrated learning using MATLAB practice”, *Hanbit Media*, 2009.

[19] D. D. Lee and H. S. Seung, “Learning the parts of objects by non-negative matrix factorization,” *Nature*, vol. 401, pp. 788-791, 1999.

[20] D. D. Lee and H. S. Seung, “Algorithms for

non-negative matrix factorization,” *Advances Neural Inform. Process. Syst.*, vol. 13, pp. 556-562, 2001.

박 선 (Sun Park)



1996년 2월 전주대학교 전자계산학과 이학사
 2001년 2월 한남대학교 정보통신학과 공학석사
 2007년 2월 인하대학교 컴퓨터정보공학과 공학박사
 2008~2009년 호남대학교 컴퓨터공학과 전임강사

2010년 전북대학교 인력양성사업단 박사후 과정
 2010년 12월~현재 목포대학교 정보산업연구소 연구전임교수
 <관심분야> 정보검색, 데이터마이닝, 데이터베이스, 해양IT정보융합

이 성 로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 고려대학교 전자공학과 공학사
 1990년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학석사
 1996년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학박사
 1997년 9월~현재 목포대학교 공과대학 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스템, USN/텔레매틱스응용분야, 임베디드시스템