

# 적조 관측 및 예보를 위한 비주얼 시스템의 설계 및 구현

박진우 · 손주영

한국해양대학교 기계 정보공학부

## Design and Implementation of a Visual System for Monitoring and Forecasting the Red Tide

Jin Woo Park · Jooyoung Son

Division of Machine and Information engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약** : 우리나라 연안에서 발생하는 적조로 인한 피해가 매년 증가되고 있다. 적조로 인한 피해를 최소화하기 위한 노력의 일환으로 적조 발생을 야기하는 환경 지표를 관측하고 예보하기 위한 비주얼 시스템을 개발하였다. 기존의 웹 기반의 관측 시스템의 낮은 응답성, 다양하지 못한 사용자 인터페이스, 데이터 저장 불가능성을 극복하기 위해 전용 브라우저 기능을 하는 클라이언트 시스템을 개발하여 인터넷을 통해 언제 어디서든 적조관련 정보를 쉽게 관측할 수 있게 하였다. 그리고 데이터의 수집과 분석, 그리고 관측을 실시간적으로 할 수 있도록 설계 구현하였다.

**핵심용어** : 적조, 관측, 예보, 인터넷, 비주얼 시스템

**ABSTRACT** : The amount of damage suffered from the red tide occurring at the near shore is increasing rapidly. The visual system discussed in this paper was developed in order to minimize the damage. The system is focused on the monitoring the sea's environment and forecasting the red tide occurrence. Several similar systems are now existing, but most of them are based on the web application. Therefore the large response time, limited presentation ability of data, and inability of data storing at client side are pointed out as weaknesses. The visual system described in this paper operates on the Internet to get the ubiquitous access. One of three components of the visual system, client system is developed as a Windows application in order to overcome the previous systems' weak points. The gathering, analysis, and monitoring of data can be done at real time using the visual system.

**KEY WORDS** : red tide, monitoring, forecasting, Internet, visual system

### 1. 서 론

매년 우리나라 남해안을 비롯한 연안에서 발생하는 적조는 연안 해역의 생태계를 파괴하는 위험한 요소로 작용하고 있다. 산업화로 인한 각종 공해로 인해 환경이 오염되고, 연안 해역이 부영양화 됨으로써 그 발생빈도, 발생지역이 점차 잦아지고 넓어지고 있다. 이로 인한 매년 연안을 끼고 진행되는 양식업을 중심으로 발생하는 피해는 물론이고, 자연서식 생물에도 큰 피해를 일으켜 해안 환경이 심각한 수준에 이르렀다[1]. 따라서 이에 대한 대책이 크게 요구되는 현실이다.

현재 활용되는 적조방제 대책방안은 적조가 양식장 인근 해역에 유입되었을 때 즉시 경보를 내릴 수 있도록 하여 양식어민들

에게 알리고, 해수 유입을 차단할 수 있는 장치 등을 가동하는 해상양식장 중심의 적조경보장치 시스템을 적용하고 있다. 적조 발생 물질의 변화 상황을 수시로 파악하고, 그것의 변화 추이를 예측하여 실제 발생 전에 적조에 대한 대처를 할 수 있도록 하는 예보 시스템은 이러한 이유로 매우 필요한 시스템이다[2].

본 논문에서 설계하고 구현한 비주얼 시스템은 실측한 데이터와 모델링에 의해 계산된 예측 데이터를 인터넷에 연결된 PC의 화면에 지역의 지도상에 표현해 줌으로써 해당 해역에서의 적조 관련 물질의 변화 내역과 추이, 그리고 적조 발생을 미리 예측 가능하도록 하여 적조 피해를 최소화할 수 있는 조치를 사전에 취할 수 있도록 도와 주는 시스템이다. 비주얼 시스템은 특히 인터넷을 이용하여 원격으로 떨어져 있는 PC 시스템을 통하여

현재의 상황을 언제든지 확인할 수 있도록 구현되어 있어 우리나라 모든 해역을 인터넷 접속이 가능한 PC를 이용할 수 있는 곳이면 어디에서든지 볼 수 있도록 하였다. ftp를 통해 실시간 혹은 비실시간적으로 수집된 적조관련 항목의 데이터(ph, 수온, 염분, DO, COD, T-N, T-P)를 데이터 서버에 저장하고, 인터넷을 통해 전용 클라이언트(관측 및 예보를 위한 브라우징 시스템) 시스템에서 관련 데이터를 볼 수 있다. 이때, 사용자는 각 항목 별로 참조할 수 있으며, 보고자하는 기간도 자유자재로 선정하여 그 기간동안의 항목별 데이터 값 변화를 볼 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2 장은 적조 예보 시스템과 관련된 기존의 주요 연구 성과를 살펴본다. 3 장은 본 논문에서 설계된 적조예보를 위한 비주얼 시스템의 구조에 대해 설명한다. 4 장은 실제 설계 및 구현된 시스템에 대해 알아보고, 5 장에서 활용 방법을 설명한다. 마지막으로 6 장에서는 결론을 내리고 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 기존 연구

적조 예보는 적조발생시 신속 대처로 수산피해 최소화, 유관기관과의 협조 체계 유지로 적조확산 방지를 목적으로 한다. 적조 물질 모니터링과 예보를 위한 시스템을 구축하기 위한 연구가 지난 10년 사이에 관련 연구기관과 학계에서 활발하게 진행되었다. 모니터링을 실시하는 장소와 방법에 따라 크게 세 가지로 구분된다. 해상의 선박에서의 감시, 육상에서의 감시, 그리고 항공에서의 감시 등이다. 한국항공우주연구소에서는 1999년 12월 발사된 아리랑 1호로부터의 영상 자료를 적조 예보에 일부 활용하고 있다[3]. 해양관측 카메라(OSMI)로부터 수신된 사진을 이용하여 해양에 관한 정보를 추출하여 적조 예보에 활용한다. 항공 사진에 의한 모니터링은 바다의 화학적 생물학적 변화 등 적조발생 전의 예비적 상황을 판단하는 데 어려움이 있기 때문에 적절한 선행 대책을 세우는 데 어려움을 가져온다.

국립수산과학원에서는 적조 자동경보 및 피해저감 장치를 구상하고, 육상과 해상 양식장에 적조경보기를 설치하여, 적조를 예보하고 있다[4]. 적조예보의 발령은 적조주의보, 적조경보, 적조속보, 그리고 적조해제 등으로 이루어진다. 그러나 이것도 적조의 발생이후에 이루어지는 예보시스템으로 적조 관련 생물과 환경의 변화를 상시 관찰하고, 예측할 수 있는 시스템은 아니다. 이를 극복하기 위해 국립수산과학원에서는 적조 조기 예보시스템 구축을 위한 적조화상통신망을 확대 구축하였다[5]. 적조발생 상황의 상시 감시와 유해적조발생기간 중 적조상황실 운영을 통한 적조발생상황의 신속한 조사·접수, 정보분석·예보발령 및 인터넷, 동시팩스, 자동 응답기 등을 이용한 적조정보를 어업인들에게 신속히 제공하고 있다. 이를 통해 기대되는 효과는 유해적조발생상황의 조기에보·신속통보를 통한 수산피해경감 및 적조 화상정보통신망 활용을 통한 적조 예찰·예보 및 적조정보 전송의 시간과 인력 절감 등이다. 그러나 이 시스템은 적조 예

찰·예보시스템의 과학화 및 자동화 구현을 위해서는 지역 간 적조화상 정보망의 확대구축 및 적조 발생환경, 생물특성, 적조의 이동·확산, 모델링 등에 관한 종합 D/B자료의 활용과 같은 통합 적조 정보시스템의 구축이 요구되고, 화상통신망도 전국적인 네트워크화할 필요가 있다.

충남대학교 해양학과 팀은 무선인터넷을 이용하여 실시간으로 연안 수질을 모니터링하는 시스템을 실험적으로 구축하였다[6]. 데이터를 수집하는 장치를 해당 수역에 설치하고, PCS 이동통신 방식을 이용하여 데이터의 지속성을 확보하고, 모니터링 시스템은 무선인터넷 PDA를 이용하였다. 이를 실제 당진 화력발전소의 온배수를 관측하는 데 적용하였다. 그러나 이 시스템은 데이터 수집과 모니터링 시스템간의 통신 방식을 PCS로 구축하였을 뿐, 데이터의 저장 및 분석, 그리고 예측을 위한 모델링을 위한 종합적인 적조 예보 시스템으로 완성되기에는 많은 연구가 필요한 것이다.

이에 본 논문에서는 종합적 예보 시스템을 구축하는 것을 최종 목표로 하고, 먼저 적조 발생과 관련된 생물과 환경 요소를 수집하고, 저장하고, 그것을 비주얼한 사용자 인터페이스를 통해 보여주는 클라이언트, 서버 환경의 모니터링 시스템을 구축하는 것을 일차적인 목표로 하였다. 이 모든 과정이 가장 광범위하게 이용되는 데이터 통신망인 인터넷을 기반으로 동작되도록 하여, 언제 어디서든지 데이터를 수집, 저장, 분석, 그리고 결과를 브라우징할 수 있도록 하였다.

## 3. 비주얼 시스템 구조

본 논문에서 설계된 비주얼 시스템은 본 시스템을 소개하고, 클라이언트 프로그램을 다운로드할 수 있도록 하는 웹 서버와 수집된 데이터를 저장하고, 클라이언트 시스템으로 전송하는 FTP 서버, 그리고 수집된 데이터를 볼 수 있도록 하는 클라이언트 프로그램으로 구성되어 있다. 비주얼 시스템이 동작하는 모습을 데이터의 흐름을 중심으로 그림 1에 나타내었다.

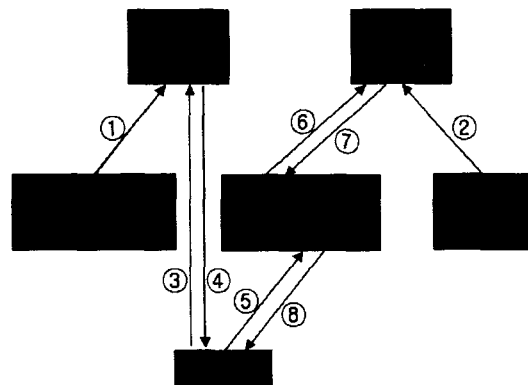


그림 1. 비주얼 시스템의 구조(데이터 흐름도)

표 1. 서버와 클라이언트 역할 분담

방식	서버	클라이언트
1	문자 데이터만을 가진다.	지도 이미지를 가진다. 서버에서 원하는 기간에 해당하는 문자 데이터를 받아와서 이미지로 변환한다. 지도 이미지와 데이터 이미지를 합성하여 완성된 2차원 이미지를 작성한다. 사용자에게 보여준다.
2	문자 데이터를 가진다. 문자 데이터를 이미지로 변환한다. 변환된 이미지를 가진다.	지도 이미지를 가진다. 서버에서 원하는 기간에 해당하는 데이터 이미지를 받아온다. 지도 이미지와 데이터 이미지를 합성하여 완성된 2차원 이미지를 작성한다. 사용자에게 보여준다.
3	지도 이미지를 가진다. 문자 데이터를 가진다. 문자 데이터를 이미지로 변환한다. 변환된 이미지를 가진다. 지도와 데이터 이미지를 합성한다. 합성된 이미지를 가진다.	서버에서 원하는 기간에 해당하는 완성된 이미지를 받아온다. 사용자에게 보여준다.

각 단계별로 동작에 대해 자세하게 설명한다. ① 웹 서버 관리자는 일반 사용자가 최초로 이 사이트에 접속하여 전용 클라이언트 프로그램을 다운로드하거나 또는 기존에 사용하던 클라이언트 프로그램을 업그레이드하기 위해 접속하는 경우에 대비하여 다운로드와 셋업을 할 수 있도록 웹 서버의 다운로드 페이지에 최신의 클라이언트 프로그램을 항상 넣어둔다. ② 데이터 수집자는 적조 관련 데이터(ph, 수온, 염분, DO, COD, T-N, T-P)를 해상에서 실제 수집하여 FTP 서버에 저장한다. 이 과정은 실시간적으로 이루어지는 것을 가정하고 설계되었다. 즉, 해상에서 데이터가 수집됨과 동시에 FTP 서버로 저장이 되도록 설계하였다. ③ 일반 사용자는 적조 예보 비주얼 시스템 웹 서버에 접속한 후 웹 페이지를 통해 본 시스템에 관한 개관 및 사용법 등을 숙지한다. ④ 사용자는 클라이언트 프로그램을 이용하기 위하여 웹 서버에서 제공하는 다운로드 서비스를 이용하여 다운로드한 후 자신의 PC에서 클라이언트 프로그램을 설치한다. ⑤ 사용자는 설치된 클라이언트 프로그램을 실행시켜, 모니터링하고자 하는 적조관련 항목과 기간을 입력하고 보기 버튼을 누른다. ⑥ 클라이언트 프로그램은 자동으로 사용자의 간섭 또는 명시적 조작 없이 자동으로 자신보다 업그레이드된 버전이 웹 서버에 설치되어 있는지 확인하고 있을 경우에 업그레이드를 한다. 그 후, ⑤에서 사용자가 설정한 항목과 기간 정보에 따른 데이터를 얻어 오도록 FTP 서버에 요청한다. ⑦ FTP 서버는 요구된 항목과 기간 정보에 따른 데이터를 클라이언트 프로그램으로 전송한다. 이때 적용되는 프로토콜은 표준 ftp 프로토콜이다. 문자(text) 데이터로 구성되어 있는 항목 데이터를 클라이언트가 넘겨받는 데 가장 효과적인 프로토콜이기 때문이다. ⑧ 클라이언트 프로그램은 FTP 서버로부터 받은 데이터를 비트 이미지로 변환하고, 그것을 사용자에게 GUI를 통해 보여 준다.

위의 데이터 흐름을 위주로 살펴본 비주얼 시스템의 실제적인 물리적 구성은 그림 2와 같다.

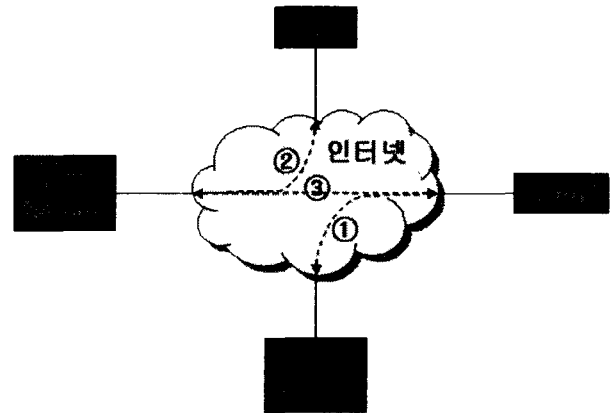


그림 2. 인터넷을 이용한 적조예보 비주얼 시스템 구성

비주얼 시스템에서 데이터 흐름은 다음의 세 흐름으로 요약된다. 그림 2에서 ①은 사용자가 일반적인 웹 브라우저(IE 등)를 이용하여 웹 서버에 접속하여 웹 페이지를 통해 전용 클라이언트 프로그램을 내려받고, 설치하는 것을 보여 준다. ②는 실제적으로 수집된 데이터를 FTP 서버에 저장하는 과정을 보여 주고, ③은 전용 클라이언트 프로그램을 통해 보고자하는 항목과 기간을 설정한 후, GUI를 통해 해당 데이터를 브라우징하는 것을 나타낸다.

#### 4. 비주얼 시스템의 설계 및 구현

비주얼 시스템을 개발함에 있어, 주요 이슈가 되는 문제를 설명하고, 그것의 해결 방식에 대해 자세하게 설명한다. 본 시스템은 FTP 서버, Web 서버, 그리고 전용 클라이언트 응용 프로그램으로 구성하였다. 일반 사용자는 전용 클라이언트 프로그램을 실행하여 보고자하는 기간동안의 각 항목에 대한 데이터를 해당 연안 지도와 함께 2차원 이미지 형태로 볼 수 있게

표 2. 서버-클라이언트 역할 분담 방식의 장단점 비교

		방식 1	방식 2	방식 3
필요 저장 공간	서버	문자 데이터  (적다)	문자 데이터 데이터 이미지  (중간)	문자 데이터 데이터 이미지 완성된 이미지 (많다)
	클라이언트	문자 데이터 지도 이미지 합성(지도+데이터)이미지 (많다)	지도 이미지 합성(지도+데이터)이미지  (중간)	합성(지도+데이터)이미지   (적다)
요구 되는 시스템 성능	서버	클라이언트 접속 처리 웹 및 FTP 서버 운용  (낮다)	클라이언트 접속 처리 웹 및 FTP 서버 운용 문자 데이터로부터 데이터 이미지 생성  (중간)	클라이언트 접속 처리 웹 및 FTP 서버 운용 문자 데이터로부터 데이터 이미지 생성 합성 이미지 생성 (높다)
	클라이언트	문자 데이터로부터 데이터 이미지 생성 합성 이미지 생성 사용자에게 보여주기 (높다)	합성 이미지 생성 사용자에게 보여주기  (중간)	사용자에게 보여주기   (낮다)
전송량 부담률		문자 데이터 전달 (낮다)	데이터 이미지 전달 (높다)	완성된 이미지 전달 (높다)

개발하였다. 그리고 실제로 해상에서 적조 관련 데이터를 실측하는 지점(10 개)을 붉은 점으로 표시하고, 사용자가 마우스 커서를 그 지점으로 옮기고, 왼쪽 버튼을 클릭하면 실측 데이터의 시간 흐름에 따른 변화를 그래프로 분석할 수 있게 설계하였다. 이렇게 시스템의 구성요소를 결정하고, 각 요소의 구현 방식을 선정할 때 여러 선택 가능성 있는 방식들 가운데 하나를 선정하였다. 이때 고려된 여러 방식과 선정 이유를 자세하게 설명한다.

4.1 서버와 클라이언트 방식

실제 측정되거나 모델링 기법에 의해 계산된 데이터는 지도상의 좌표값(X, Y)과 항목의 데이터 값으로 구성되어 있는 일반 문자(plain text) 데이터이다. 이를 이용하여 2차원 평면상의 지도 위에 그 값을 색상으로 구분하여 나타내도록 하였다. 이때 데이터를 저장하는 서버와 클라이언트의 역할을 분담하는 방식을 고려하였다. 서버와 클라이언트가 각각 담당할 수 있는 역할을 분류하면 표 1과 같다.

서버와 클라이언트의 역할 분담 방식은 표 1과 같이 세 가지로 분류될 수 있다. 즉, 서버와 클라이언트가 어떤 데이터를 저장하고, 이미지의 변환 작업을 언제 어디서 실시하는가에 따라 구분이 된다. 방식 1은 서버의 기능이 가장 단순한 것으로 수집된 데이터의 량이 많은 경우 적절한 방식이다. 방식 2는 서버와 클라이언트의 역할 분담이 이루어지는 형태이나 인터넷 상에서 전송되는 데이터가 이미지(비트맵 이미지 정보)이므로 전송 부담이 큰 방식이다. 방식 3은 서버에서 거의 모든 역할을 담당하고, 클라이언트는 완성된 이미지를 전송 받아 사용자에게 보여주는 역할만을 한다. 이미지로 변환되기 전 원래

데이터(raw data)에 대한 보안을 기하는 데는 가장 적합하지만 서버의 부담이 가중되는 방식이다. 각 방식의 장단점을 표 2로 요약하였다.

표 2에 나타난 장단점 가운데 가장 서비스 성능을 좌우하는 것은 서버에서의 저장 공간 크기와 처리 가능, 그리고 서버에서 클라이언트로 데이터 또는 이미지를 전송할 때 전송량이다. 방식 2와 3과 같이 데이터 이미지 또는 합성 이미지를 서버에서 저장하는 경우, 이미지의 크기를 880\*720으로 가정할 때 이미지 파일 한 개의 크기는 약 400 KB를 차지한다. 보여줘야 하는 적조관련 항목은 7 항목이고, 하룻동안 만들어지는 이미지가 24개(1시간에 한번 데이터 수집하고, 그것에 해당되는 이미지를 만든다고 가정하면)가 된다. 따라서, 한 해 동안 발생하는 이미지의 크기는 약 24 GB가 된다.

이미지를 서버에 저장하는 경우, 이미지 파일을 ftp를 통해 클라이언트로 전송하는 데 걸리는 시간을 계산하자. 이미지 파일 한 개의 크기는 약 400KB 이고, 만약 한 항목에 대해 일주일치의 데이터를 보고자 한다면, 초고속인터넷(초당 전송속도가 200Kbps) 가입자는 5분 36초만에 데이터 이미지를 모두 전송 받을 수 있게 된다. 따라서 방식 1과 2는 서버에 과도한 부담을 줄 뿐 아니라 전송 부담이 매우 크기 때문에 인터넷의 통신 상황에 매우 민감하게 되어 서비스의 품질이 크게 떨어질 수 있다.

위의 근거를 기준으로 하여 볼 때 서버에는 최소 크기의 문자 데이터만을 두고, 사용자의 요청이 있을 때 그 문자 데이터만을 다운로드하여 주는 것이 효율적이다. 또한 클라이언트 프로그램에서 처리한 결과로 나오는 합성 이미지는 클라이언트 PC에 저장이 되게 되므로, 추후 동일한 항목의 동일한 기간의 정보를 보고자 할 때, 또 다시 서버로부터 다운로드할 필요 없

이 클라이언트 PC에 저장된 이미지를 바로 보여주면 되므로 더욱 빠른 서비스가 실현된다.

따라서 이번 논문에서는 방식 1을 채택하여 비주얼 시스템을 구현하였다. 방식 1에 맞추어 구현하기 위해서 클라이언트 프로그램을 웹 기반으로 구현할 것인지 아니면 독립적인 응용 프로그램으로 구현할 것인지를 고려하였다. 순수 웹 기반 응용으로 하고자 하면 자바 애플릿, 서버릿, 혹은 PHP를 이용할 수 있으나, 파일로 저장할 수 없다는 점, 메모리 사용에 제한이 있다는 점과 프로그램의 로딩 속도가 느린 약점 등을 고려하여 독립적인 응용 프로그램으로 구현하였다. 그리고 서버에서 클라이언트로 데이터를 전송하는 프로토콜을 표준 ftp 프로토콜을 채택하였다. 서버에서 데이터를 저장하는 방식으로 데이터베이스를 활용할 것인가 아니면 파일 형태로 할 것인가 등이 고려되었다. 한번에 발생하는 한 항목의 원래 문자 데이터의 크기(지도상에서 값을 가지는 셀의 개수가 118 x 101 = 11,918이고, 각 셀에 대해 약 14 바이트 데이터가 필요하므로 전체적으로 155K 바이트가 필요함)가 상당히 큰 편이고, 어느 지점의 어떤 항목 데이터 추출 등의 데이터 자체에 대한 검색 및 조작 기능이 필요 없기 때문에 파일 형태로 저장하는 방식을 채택하였다.

비주얼 시스템 환경은 윈도우 2000 프로페셔널 운영체제 하에서 FTP 서버로는 Serv-U를 활용하였고, 웹 서버는 아파치 2.0 그리고 클라이언트 응용 개발은 MFC, Platform SDK를 활용하였다. 개발 도구로는 비주얼 C++ 6.0, Install Shield 6.0 & Install Shield East Pack, 그리고 Edit plus 2.1을 썼다.

#### 4.2 클라이언트 시스템

클라이언트 시스템의 구조는 크게 두 개의 쓰레드가 동시에 실행하는 듀얼 쓰레드 구조로 설계하였다(그림 3 참조).

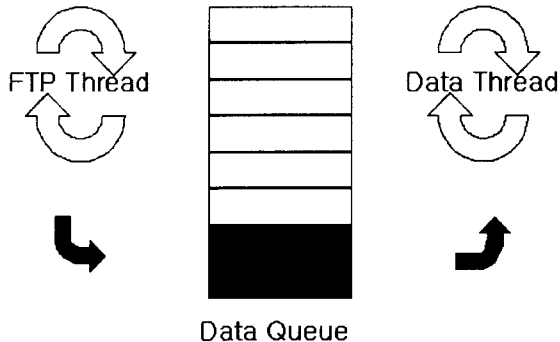


그림 3. 클라이언트 프로그램의 구조

FTP 쓰레드의 역할은, 사용자가 선택한 항목과 기간에 따라 해당되는 데이터 파일을 FTP 서버로부터 다운로드하는 작업을 수행한다. 데이터 쓰레드는 데이터 큐로부터 데이터를 읽어서 사용자에게 합성(지도+데이터) 이미지를 보여주기 위해 클라이언트 응용에서 해야 하는 이미지 변환 및 생성 작업을 수행한다. 데이터 큐는 FTP에 의한 데이터 전송속도와 데이터 쓰레드가 처리하는 속도간의 동기화를 위해 존재한다.

데이터 큐는 이중 연결 리스트로 구현되었으며 그림 4와 같은 구조를 가진다. 데이터 큐의 구조에서 DLink는 이중 연결 리스트 구현을 위한 클래스를 나타낸다.

```

class DataNode . public DLink
{
public:
    CString m_ComImagePath; // complete image path
    CString m_DataImagePath; // data image path
    CString m_DataPath; // data path
    CString m_Date; // date

public:
    DataNode(CString DataPath, CString DataImagePath,
             CString ComImagePath, CString Date);
    ~DataNode();
};
    
```

그림 4. 데이터 큐의 구조

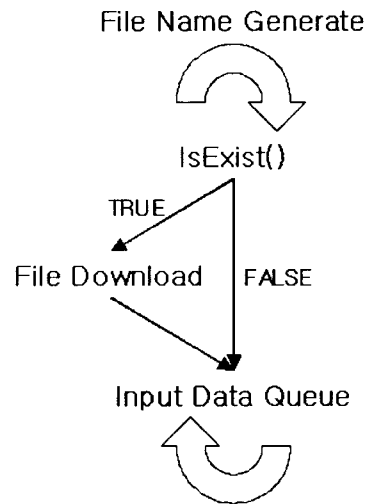


그림 5. FTP 쓰레드의 구조

FTP 쓰레드는 그림 5와 같은 구조로 되어 있다. 'File Name Generate' 모듈은 사용자가 입력한 보고자하는 항목, 보고자하는 기간의 시작 연월일, 종료 연월일을 기준으로 서버로부터 다운로드할 파일 이름을 만든다. 이 작업은 사용자가 입력한 기간만큼 반복된다. IsExist()는 합성 이미지의 존재 여부를 조사한다. 만약 존재한다면 해당 데이터 파일에 대한 다운로드를 실제로 이루어지지 않고, 다운로드 파일에 대한 정보만을 데이터 큐에 넣는다. 데이터 큐에 다운로드된 파일에 대한 정보를 넣을 때, 데이터 쓰레드와 데이터 큐에 대한 배타적 접근을 구현하기 위해 Critical Section을 설정하여 이용한다.

데이터 쓰레드는 그림 6의 구조로 설계하였다. Loop는 데이터 큐에서 사용자가 입력한 기간 동안의 파일 개수만큼 다운로드 파일에 대한 정보를 얻어 올 때까지 반복함을 나타낸다. 'Get Data Information' 모듈은 데이터 큐에서 하나의 데이터 정보를 읽어 오는 역할을 수행한다. 여기서도 FTP 쓰레드와의 데이터 큐에 대한 배타적 접근을 보장하기 위해 Critical Section을 이용한다. IsExist() 모듈은 합성 이미지의 존재 여부

를 조사한다. 없으면 다운로드된 데이터 파일로부터 이미지를 생성한다.

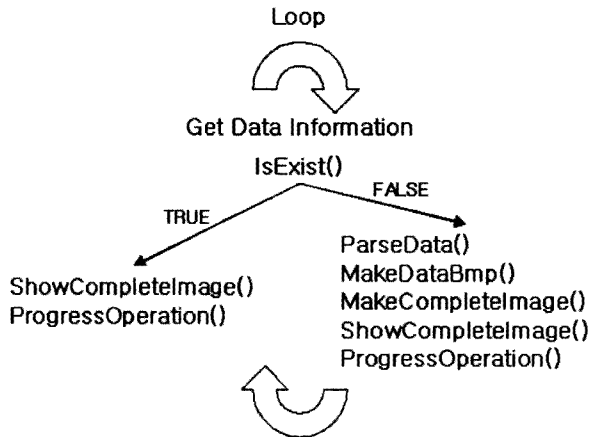


그림 6. 데이터 스프레드의 구조

ParseData() 모듈은 데이터 큐에서 얻어온 정보를 파싱하여 CELL\_DATA 구조체 배열에 넣는다. CELL\_DATA 구조체는 그림 7과 같다.

```

typedef struct _CELL_DATA
{
    CString x;
    CString y;
    CString color;
}CELL_DATA;
    
```

그림 7. CELL\_DATA 구조체

MakeDataBmp() 모듈은 CELL\_DATA 구조체 배열에 들어있는 데이터에 대한 비트맵 이미지로 변환하고, 데이터 이미지 파일을 생성한다. 만들어진 이미지는 그림 8과 같이 육지 영역을 제외한 바다 영역의 데이터에 대해 만들어진다.

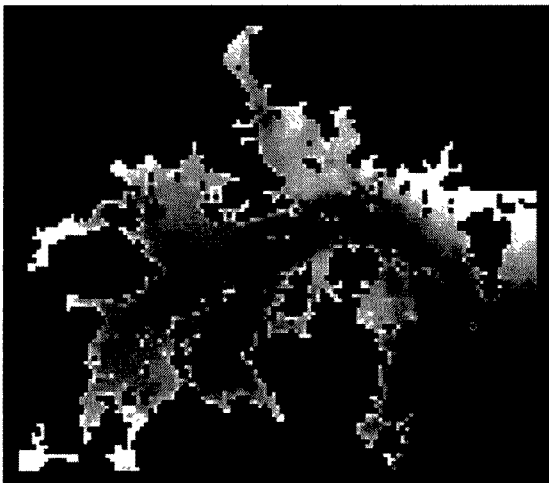


그림 8. 생성된 데이터 이미지의 예

MakeCompleteImage() 모듈은 MakeDataBmp() 모듈에서

만든 데이터 이미지와 지도 이미지, 마스크 이미지를 이용하여 마스크 조작(Mask Operation)을 통해서 지도와 데이터 이미지를 합성한 이미지를 완성한다. 그림 9, 10, 그리고 11은 그 과정을 보여준다. 지도는 진해만을 나타내며, 데이터 이미지는 수심 데이터에 의해 만들어진 것이다.

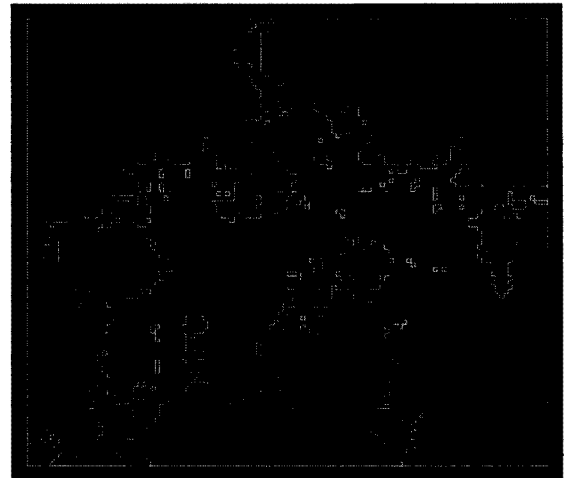


그림 9. 지도 이미지(진해만)



그림 10. 마스크 이미지

ShowCompleteImage() 모듈은 완성된 합성 비트맵 이미지를 GUI로 화면에 나타낸다. Progress Operation() 모듈은 GUI에 있는 진척도를 나타내는 프로그레스 바(Progress Bar)를 보여주기 진행률에 맞추어 증가시킨다.

이외에 클라이언트 응용 프로그램에 활용되는 클래스는 다음과 같다.

- CBitmapDialog : 비트맵을 이용한 스킨(Skin)을 만들기 위해 사용한 클래스
- CButtonST : 버튼의 다양한 효과를 주기 위해 사용한 클래스

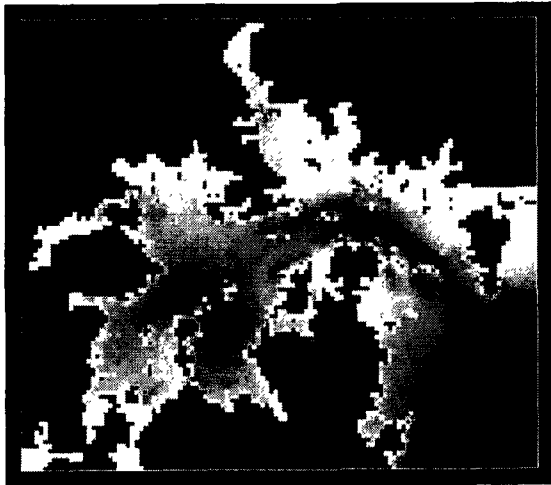


그림 11. 완성된 합성 이미지(지도 이미지+마스킹 이미지+데이터 이미지)

- CCJFlatComboBox : 평면(flat) 형태의 콤보박스를 만들기 위해 사용한 클래스
- CColor : 명도를 변경하기 위해 사용한 클래스
- CMySliderControl : 투명 슬라이더 컨트롤을 만들기 위해 사용한 클래스
- CProgressCtrlX : 투명 프로그레스 컨트롤을 만들기 위해 사용한 클래스
- CUpgradeApplication : 웹을 통하여 응용 프로그램을 업그레이드하기 위해 사용한 클래스

## 5. 비주얼 시스템의 활용

일반 사용자는 적조예보 모니터링 시스템에 관한 웹사이트를 접속한다. 그림 12와 같은 홈페이지 화면이 나타난다. 여기서 본 시스템에 대한 간략한 소개를 받고, 클라이언트 시스템 프로그램을 다운로드한다.

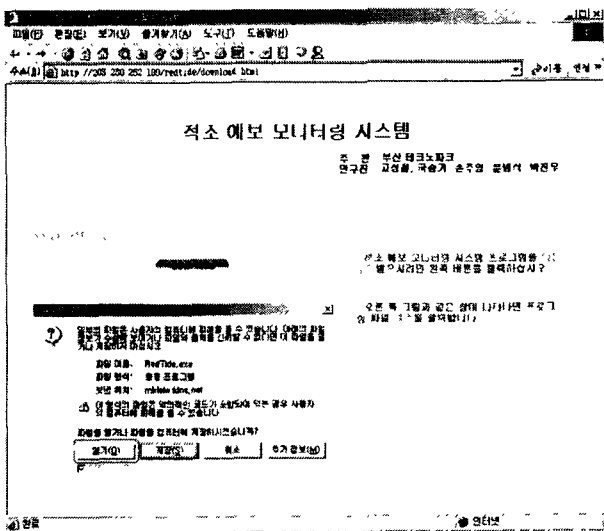


그림 12. 적조예보 모니터링 시스템의 웹사이트

그리고 웹페이지에 소개되어 있는 설치 순서에 따라 자신의 PC에 클라이언트 시스템을 설치한다. 설치된 클라이언트 시스템을 실행하면, 그림 13과 같은 GUI로 구성되어 있는 주 다이얼로그 화면을 보게 된다. 조작 가능한 인터페이스를 자세하게 설명한다.

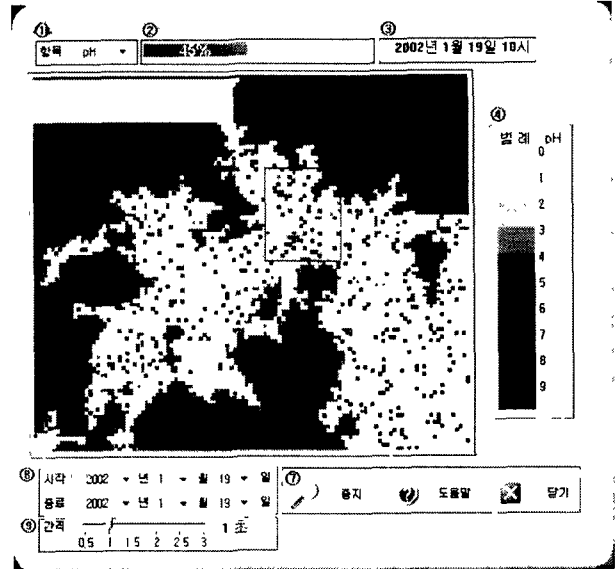


그림 13. 클라이언트 시스템의 주 다이얼로그 화면

① 항목선택은 보고자하는 적조 관련 데이터 항목 가운데 pH, 수온, 염분, DO, COD, T-N, T-P 중 한가지를 선택할 수 있게 한다. ② 진행상황 표시(Progress Bar)는 사용자가 선택한 기간 중에서 현재 보기가 얼마나 진행되었는지 표시한다. ③ 날짜 표시는 현재 보이는 이미지에 해당되는 일시를 표시한다. ④ 범례는 보고 있는 항목의 색상으로 표현되는 값에 대한 범례를 표시한다. ⑤ 합성 이미지는 사용자가 선택한 항목, 기간에 해당하는 완성된 이미지를 보여준다. ⑥ 실측 지점 표시 붉은 점으로 실측 지점 10곳을 표시한다. 실측 지점을 마우스 왼쪽 버튼으로 클릭하면 해당 지점의 실측 데이터에 대한 시간 흐름에 따른 변화를 나타내는 그래프 화면이 나타나게 된다.

다음은 사용자가 선택할 수 있는 인터페이스를 설명한다. ⑦ 버튼은 세 가지가 있다. '보기 / 중지' 버튼은, 우선 최초 클라이언트 시스템이 실행될 때, 데이터를 보기 위해 누르는 버튼으로 '보기' 버튼으로 나타난다. 일단 누르고 이미지를 보고 있는 동안에는 '중지'로 표시된다. '중지'로 표시되었을 때 버튼을 누르게 되면 현재 보기 동작이 중지된다. 그리고 버튼은 다시 '보기'로 표시된다. 두 번째 버튼인 '도움말' 버튼을 누르면 적조 예보 모니터링 시스템을 이용하는 데 필요한 도움말을 담고 있는 웹페이지에 접속되어 사용자에게 이용 안내를 제공한다(그림 14). 마지막으로 '닫기' 버튼은 클라이언트 시스템의 실행을 종료할 때 이용한다. ⑧ 기간 선택은, 사용자가 보고자 하는 기간 (시작 년/월/일, 종료 년/월/일) 을 선택한다. ⑨ 간격 선택은 이미지가 표시되는 간격을 선택한다. (0.5 / 1 /

1.5 / 2 / 2.5 / 3 초) 이 간격은 이미지가 보여지고 있는 동안에도 변경할 수 있다.

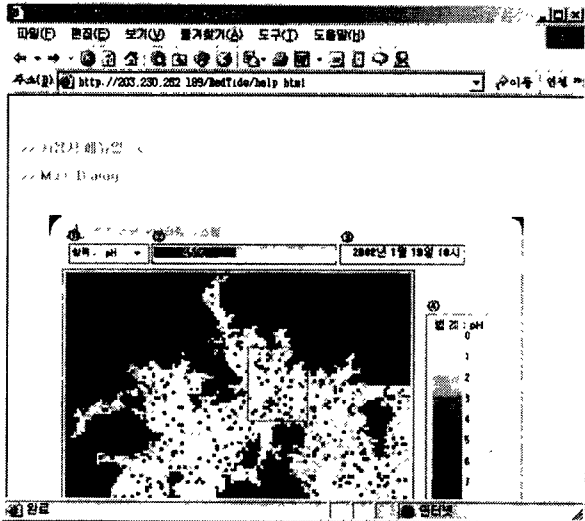


그림 14. 도움말 웹 페이지

위의 주 다이얼로그 화면에서 ⑥ 붉은 점으로 표시된 실측 지점 10곳 가운데 한 곳에 마우스 커서를 옮기고 마우스 왼쪽 버튼으로 클릭하면 해당 지점의 실측 데이터에 대한 시간 흐름에 따른 변화를 나타내는 그래프 화면이 나타나게 된다(그림 15).

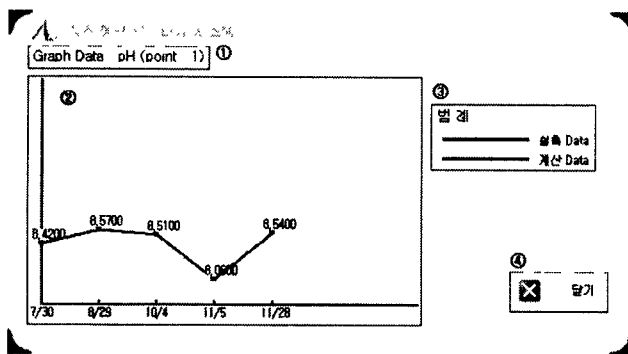


그림 15. 실측 지점의 시간 흐름에 따른 실측 데이터 변화를 보여주는 그래프 화면

그림 15에서 ① 항목 및 Point 표시는 현재 선택된 항목과 실측지점이 어떤 것인지를 보여준다. ② 그래프는 선택된 지점에서 실측된 항목의 데이터를 시간 흐름에 따른 변화 추이를 그래프로 보여준다. 데이터는 소수 넷째 자리까지 표시한다. ③ 범례를 표시한다. ④ '닫기' 버튼을 누르면, 주 다이얼로그 화면으로 되돌아간다.

## 6. 결 론

본 논문에서 설계와 구현된 적조 관측 및 예보 비주얼 시스

템은 사용자가 보다 편리하고 정확하게 적조 관련 환경 물질의 변화 추이를 볼 수 있도록 되었다. 인터넷 웹을 통하여 언제 어디서든 사용자가 클라이언트 시스템을 다운로드하고, 설치할 수 있도록 하였기 때문에 적조 예보에 관련된 데이터에 쉽게 접근 편의성을 높일 수 있었다.

적조 관측 및 예보 시스템을 위해 향후 계속적으로 연구하여야 할 사항은 다음과 같다. 현재 생성된 이미지를 클라이언트에서 비트맵 형식으로 저장되어 그 크기가 상당히 크다. 이를 줄이기 위해 JPEG, GIF 등으로 압축된 형태로 저장할 필요가 있다. 응용 프로그램의 다운로드와 설치를 자동화하여 사용자의 편의성을 극대화시킨다. 사용자가 웹 페이지에 접속하면 사용자 PC의 레지스트리를 검색하여 클라이언트 시스템이 설치되어 있지 않으면 자동으로 다운로드하고 설치해주는 기능이다. 수많은 해상 지점으로부터 병렬적이면서 실시간적으로 수집된 데이터와 모델링 기법에 의해 예측된 데이터를 본 시스템에 접목하면, 정확한 예측이 가능한 적조 예보에 관련된 종합 시스템으로 발전될 것이다. 따라서 실시간으로 다중의 지점으로부터 데이터를 병렬적으로 수집하는 센서, 전송, 저장 시스템과 이를 바탕으로 하는 예측 시스템이 함께 개발되어야 한다.

본 논문은 (재)부산테크노파크에 의해 지원되었습니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 세계일보, "경북 동해안 적조, 양식어 99만 마리 폐사", 2002. 9. 4.
- [2] 김동근, 국승기, 고성철, 손주영, Yoshihiro Suenaga, "연안역에 있어서 적조예보 모니터링의 Visual System의 개발", 부산테크노파크 연구집, pp.41~73, 2002.
- [3] 한국항공우주연구소, [http://genari.kari.re.kr/info/newsletr/paper-17/htm/news1\\_01.htm](http://genari.kari.re.kr/info/newsletr/paper-17/htm/news1_01.htm)
- [4] 부산대학교 해양시스템과학전공, <http://bada.ocean.pusan.ac.kr/pollution/redtide/measure.html>
- [5] 국립수산과학원, [http://www.nfrda.re.kr/sitemap/technic/data\\_8.htm](http://www.nfrda.re.kr/sitemap/technic/data_8.htm)
- [6] 최양호, 노영재, "Real-time Remote Monitoring System Based on Personal Communication Service(PCS)", 충남대학교 해양학과 논문, 1999.