碩士學位論文

Temporal GIS을 이용한 等溫線 및 等鹽分線 豫測시스템의 設計 및 具現

濟州大學校 大學院

情報工學科

韓 京 福

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

1999年 12月

Temporal GIS을 이용한 等溫線 및 等鹽分線 豫測시스템의 設計 및 具現

指導敎授 郭 鎬 榮

韓 京 福

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

1999年 12月

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

韓京福의 工學碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 안 기 호

委 員 郭 鎬 榮

委 員 李 尙 俊

濟州大學校 大學院

1999年 12月

The Design and Implementation of Isotherm and Isohaline Forecast System using Temporal GIS

Kyoung-Bok Han
(Supervised by professor Ho-Young Kwak)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1999. 12.

목 차

Summary 1
Ⅰ. 서 론 2

Ⅱ. 관련 연구 4
1. 지리 정보 시스템의 개념 4
2. TGIS(Temporal GIS) 6
3. 시공간 데이터모델 8
4. 등온선 및 등염분선 17

Ⅲ. 등온선 및 등염분선 예측 시스템 설계 20
1. 객체지향 데이터모델 20
2. 중복 데이터 처리 21
3. 등온선 및 등염분선 예측 24

Ⅳ. 예측시스템의 구현 27
1. 구현 환경 27
2. 사용자 인터페이스 27
3. 파일 변환 30
4. 등온선 및 등염분선 Drawing 31
5. 예측 등온선 및 등염분선 Drawing 35
6. 시스템의 성능 평가 37

Ⅴ. 비교 분석과 고찰 40

Ⅵ. 결 론 46

참고 문헌 48

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Summary

The Geographic Information System (GIS) is a system that collects, stores, analyzes and processes geographic object data existing in space. The GIS is widely used in application fields related to geography such as city planning, land-register management, forest resources management, etc. The importance and necessity of the GIS have been well demonstrated, and therefore many studies on this system have been carried out. However, most of those studies have just treated geographic information as spatial information, but have not considered or have overlooked changes of spatial data dependent on time. For this reason, computer programs, for example, transportation information management and atmospheric phenomena forecast, have not exactly reflected the actual world which changes with the flow of time.

In this thesis, a temporal GIS is established to effectively and precisely process information on space objects changing with time and a database is built up in reference to changes in water temperature and salinity. This database enables fishermen to know the changes of water temperature and salinity that may currently occur, based on an analysis of data from the past, and to predict a location that has a high possibility of forming a productive fishing ground.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅰ. 서 론

지리 정보 시스템(GIS : Geographic Information System)은 공간상에 존재하는 지리 객체의 데이터를 수집, 저장하고 이를 분석, 가공하여 도시계획, 지적 관리, 삼림 자원 관리 등, 지리 관련 응용 분야에 널리 활용하는 시스템이다.

지금까지 지리정보 시스템의 중요성과 필요성이 널리 입증되어 그에 대한 연구는 많이 진행되어 왔다. 그러나 대부분의 연구들은 지리정보를 단순히 공간상의 정보만으로 취급하였으며, 시간에 따른 공간 데이터의 변화를 고려하지 않았거나 간단히 취급하여 왔다. 따라서, 교통 정보 관리나 기상예보 등 시간의 흐름에 따라 변화하는 실세계를 정확히 반영할 수 없었다. 사실상 실세계의 많은 객체들은 새로운 데이터의 추가, 삭제, 형태의 변화, 객체간 위상의 변화 등 시간에 따라 변화하는 특성들을 가지고 있다. 그러므로 시간에 따라 변화는 공간 객체의 정보를 더욱 효율적이고 정확히 처리하기 위해서는 기존의 GIS에 시간과 공간 차원을 포함하도록 모델링하고 설계해야 한다(강병극 96).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

시간 지원 지리 정보 시스템(TGIS : Temporal GIS)은 기존의 지리 정보 시스템에 시간 개념을 확장하여 공간 정보 및 비공간 속성정보 뿐만 아니라 시간에 따른 객체의 변화를 표현하여 동적인 세계를 더욱 정확히 묘사하는 새로운 데이터베이스의 연구 분야이다. 현재 많은 분야에서 TGIS를 구축하려는 노력을 기울이고 있으나 많은 어려움이 따르고 있다. 응용 프로그램을 만

들고 실행하는 데에도 많은 어려움이 있다. 시간 개념을 도입한 데이터베이스 모델 구축과 구현이 TGIS에서 매우 어렵기 때문이다.

본 연구에서는 시간 개념을 도입한 TGIS와 객체 지향 모델 개념을 이용하여 중복 데이터를 제거하기 위한 데이터모델을 설계하고, 해양과학 분야에 접목하여, 해양에서 일어나는 거의 모든 현상과 관계가 깊은 등온선과 등염분선을 예측하는 방법을 보였다.

국립수산진흥원에서 제공한 관측된 데이터를 활용하여, 등온선과 등염분선 Drawing 시스템을 구축하였고, 또한 구축된 시스템을 통하여 등온선 및 등염분선을 예측하는 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구성은 Ⅱ장에서는 TGIS의 개념과 관련 연구에 대해 기술하고, Ⅲ장에서는 등온선 및 등염분선 예측시스템을 모델링하여 설계하였으며, Ⅳ장에서는 예측시스템을 구현하였고, Ⅴ장에서는 구현된 예측시스템으로 생성되는 결과를 분석하였다. 마지막으로, Ⅵ장에서는 결론과 향후 연구방향을 제시하였다.

제주대학교 중앙도서관

Ⅱ. 관련 연구

1. 지리 정보 시스템의 개념

지리 정보 시스템은 사용자나 연구하는 기관에 따라 다양하게 정의되고 있다. 또한 GIS가 설치된 곳마다 나름대로의 고유한 시스템 명칭을 가지고 있어서 GIS를 정의하는 데 혼란을 주고있다. GIS와 유사한 명칭들을 Table 1에서 보여주고 있는데 이것은 GIS를 적용하는 대상이나 사용 목적을 반영하고 있다는 것을 알 수가 있다(유, 1990). 그리고 GIS가 처리하는 자료 특성에 따라 구분된 명칭의 경우는 공간적(spatial) 혹은 지리참조(Geo-referenced)라는 용어를 사용하며, 양자 모두 유사한 의미를 나타낸다.

한편, GIS는 의사 결정을 돕는 수단이 된다. 이것은 GIS가 정보시스템의 일종이기 때문이다. 여기에서 GIS와 관련된 의사 결정의 핵심은 공간적 의사 결정이며, 공간적 의사 결정은 공간을 나타내고 있는 사상과 그러한 사상들 간의 관계에 관한 의사 결정을 말한다. 특정 기능이 입지 해야할 지역의 선택이라든가, 유해물 처리장의 영향을 분석하는 경우 등을 예로 들 수 있다.

따라서 지리 정보 시스템은 인간의 의사 결정 능력을 향상시켜주고, 그에 따른 자료의 관찰과 수집, 저장, 분석에서부터 의사 결정 과정에서 분석된 정보의 사용에 이르기까지 일련의 조작을 정보시스템이라 하고, 이 정보시스템을 기초로 하여 실세계의 공간 참조 데이터 및 지리적인 좌표 값에 대한 자료를 다루기 위해 설계된 정보시스템 및 데이터베이스 시스템을 지리 정보 시스

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

템이라 정의한다(유, 1990).

Table 1. Various name of GIS

▶ 다루는 대상에 따른 명칭

- Cadastral Information System
- Multi Purpose Cadastre
- Urban Information System
- Land Data System
- Land Information System
- Soil Information System
- Natural Resource Management Information System
- AM/FM (Automated Mapping and Facilities Management)
- Environment Information System
- Multi Purpose Geographic Data System
- Planning Information System

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

▶ 처리하는 데이터의 특성에 따른 명칭

- Image Based Information System
- Geographically Referenced Information System
- Spatial Data Handling System
- Geo-Information System
- Spatial Information system

▶ 관리적 의사 결정 지원 도구를 강조한 명칭

- SDSS (Spatial Decision Support System)
- DSS (Decision Support System)

2. TGIS(Temporal GIS)

1) TGIS의 개념

GIS에 구축된 정보의 공간적 변화가 갱신되고 있으나 인간 활동과 환경 사이에서 지리적 과정과 상호 관련된 인간 관계를 보다 잘 이해할 수 있는 GIS에 대한 요구가 늘어가고 있다. 이러한 정보의 변화가 데이터베이스에 구축될 수 있는 방안으로서 TGIS에 대한 연구가 주목을 받고 있다. TGIS는 지리현상의 공간적 분석에서 시간의 개념을 도입하여, 시간의 변화에 따른 공간 변화를 이해하기 위한 방법이다. 현재는 이론적 차원에서 주된 연구가 수행되고 있으며, TGIS를 이용한 부분적 연구가 DBMS의 분야에 중심을 두고서 진행되고 있으나 아직까지는 보편적으로 사용되지 못하고 있다. 그러나 GIS의 잠재력과 향후 기술개발을 고려할 때 TGIS는 장래에 가장 중요한 GIS 분석에서의 기초적 토대가 될 것이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

시공간 데이터베이스(Spatiotemporal Database)는 현실 세계에 존재하는 다양한 유형의 객체와 그 이력에 대한 효율적인 관리와 서비스를 가능하게 해주는 새로운 데이터베이스의 연구 분야이다. 시공간 데이터베이스는 기존의 GIS에서 제공하는 공간 및 비공간 데이터의 처리 기능뿐만 아니라 시간에 따라 변화하는 공간 객체에 대한 효율적인 이력 정보 관리 기능을 제공할 수 있어야 한다(Cand95).

지리 정보 시스템을 이용할 경우, 사용자는 지리상의 공간 정보 및 공간 객체에 포함된 비공간 데이터를 표현하고 공간에 따른 자료 검색 및 갱신이 가능하다. 그러나 공간 객체는 시간에 따라 위치가 변화하거나 공간 객체 상

호간의 위상 관계의 변화를 가져올 수 있으며, 토지 구역의 경우 시간의 흐름에 따라 소유주가 바뀌거나 그 형태의 변형을 가질 수 있다.

따라서, TGIS(시간 지원 지리 정보 시스템)는 기존의 GIS개념에 시간에 따른 공간 객체 변화를 표현하기 위한 시공간 데이터베이스의 응용분야중의 하나이다. 이는 GIS 분야의 새로운 연구분야로 각광받고 있으며, Worboy(Worb95)는 차세대의 중요 GIS 기술로서 시간 지원 지리 정보 시스템을 손꼽았다. Yuan(Yuan96)은 일반적 GIS 모델에 시간 정보를 표현하기 위한 TGIS 모델은 크게 스냅샷 모델, 시공간 복합 데이터 모델, 사건 기반 모델, 시공간 객체 모델의 네 가지 범주로 분류하고 있다.

2) TGIS의 중요성

GIS를 위한 미래의 이상적인 목표는 시간을 통한 공간적 정보에서의 변화들을 파악하고 분석하는 것이라 할 수 있다. 현재 시간의 개념이 없는 GIS는 데이터가 단지 한가지 시간적 상태만을 표현하고 있는 것이다. 즉 데이터에 대한 역사성이 완전히 무시되고, 미래에 대한 예측 또한 불가능하다. 이와 같이 어떤 현상에 대해 시간적 변화를 무시하는 과정은 모델화 된 세계에 대한 역동적인 분석이나 이해를 하는 데 어려움을 준다.

TGIS는 연구 대상 지역의 변화하는 상태를 파악할 수 있으며, 시간성 부여를 통하여 미래 지리적 변화를 예상할 수 있도록 한다. 시간적 정보의 저장을 통하여 TGIS는 어느 곳에서, 무엇이, 어떻게 변화하는 지를 보여준다. 이러한 데이터 형태로의 접근이 가능하다면, 소프트웨어는 시간적 형태나 변화가 존재하는지를 평가할 수 있으며, 변화에 내재된 과정을 추측할 수 있게 된

제주대학교 중앙도서관

다. 선진국 천연 자원 관리의 경우에 관심이 자원을 파악하고 개발하는 것으로부터 장기적 측면에서 환경의 생산성을 유지하려는 방향으로 바뀌고 있다. 예를 들어, U.S. Forest Services에서는 자원 관리의 새로운 시도를 준비하고 있다. 새로운 시도의 목적은 토지의 장기적 사용에서 생산 능력을 저하시키지 않도록 하려는 것이다. 균형된 생태계로서 산림의 관리는 생태계의 모든 요소에서 시간을 통한 자원 관리 활동의 결과를 평가하는 것을 필요로 한다. 이러한 것은 상호 작용을 계획하고 평가하는 것을 의미하며, 또한 많은 요소들에 대한 누적적 영향을 동시에 의미하는 것이다. 이를 위해서는 전에 시도되지 않았던 많은 환경적 지식과 관측 데이터의 통합을 필요로 한다.

3. 시공간 데이터모델

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

일반적인 GIS 모델에 시간 정보를 표현하기 위한 시공간 데이터베이스 모델은 앞에서도 언급한 바와 같이 스냅샵 모델, 시공간 복합 데이터 모델, 사건 지향 모델(또는 사건 기반 모델), 시공간 객체 모델 등의 네 가지 범주로 나눌 수 있으며, 이들 모델은 각각 시간의 흐름에 따른 공간 객체 데이터의 개체 변화를 모델링할 수 있도록 한다(백주연 96).

이 장에서는 각각의 모델의 특성과 장·단점 등을 살펴보고 비교·분석한다.

1) 스냅샷 모델

스냅샷 모델은 가장 단순한 모델로서 시간 흐름에 따른 현실 세계의 상태

는 각각의 상태를 나타내는 개별적인 레이어 상에 표현된다. 독립적인 시간 스탬프를 가지는 이들 레이어는 공간 객체 상에 변화가 발생할 때 실제 GIS에 추가되며, 일정한 시간 간격이나 비 주기적인 시간 간격으로 구성된다.

예를 들면, 인구 통계를 위한 지리정보 시스템의 경우 일정한 시간 간격(한국의 경우 5년)을 가지고 레이어 상의 자료 변경이 발생하며, 지적도 관리를 위한 지리정보 시스템은 비 주기적인 시간의 변화에 따른 농촌의 도시화 과정을 나타낸 것으로 특정 지역이 시간별 레이어에 따라 농촌 지역 또는 도시 지역으로 표시되는 것을 나타내고 있다.

스냅샷 모델은 직관적이고 단순한 반면 두 개의 스냅샵 레이어 상에 동일 자료가 중복되어 표현되고 시간상의 변화가 명확하지 않다는 단점을 가진다 (Lang88, Peuq95). 스냅샷은 시간 T_i에 무엇이 존재하는지 기술할 수는 있지만 시점 T_i와 T_j의 차이점을 찾아 낼 수는 없다. 따라서 시간 질의는 지원할 수 없거나 비효율적일 수밖에 없다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

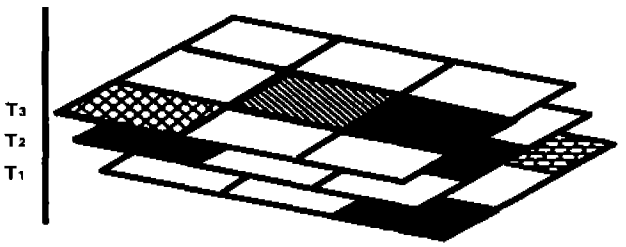


Fig. 1 Snapshot model

2) 시공간 복합 데이터 모델

시공간 복합 데이터 모델[Lang88]은 다수의 스냅샷 레이어들을 하나의 시공간 복합 레이어에 오버래핑하는 방법으로 스냅샷 데이터 모델을 확장하는 방법이다. 이 모델에서 시공간 복합 레이어상에 표현되는 복합 시공간 객체들은 이웃한 객체와 구별되는 개별적인 이력을 갖는다. 시공간 복합 데이터 모델은 개별적인 객체 구별자를 가지며 각각의 이력을 표현할 수 있다. 그러나, 이 모델도 인접한 객체들은 부분적이거나 전적으로 동일한 이력을 가질 수 있기 때문에 스냅샷 모델에서의 자료 중복 문제는 해결되지 않으며 동일한 이력을 갖는 공간 객체들에 대해서는 이력에 의한 구분은 가능하지 않다는 문제점이 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

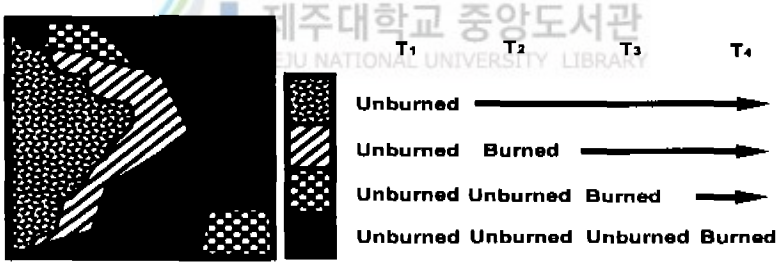


Fig. 2 Spatiotemporal complex data model

3) 사건 지향 또는 시간 기반 데이터 모델

앞서 언급하였듯이 스냅샷 모델은 변화의 개별성을 구별하는 것과 데이터 집합에 대한 사건을 구별할 수 없다. 이를 해결하기 위한 방법은 사건을 명시적으로 표현하는 것이다. 일반적인 지리 정보 시스템인 경우 데이터 집합에

대한 변화가 발생할 때마다 이를 트랜잭션 로그에 기록하는데, 이것 자체로서 시공간 시스템의 모든 정보를 제공할 수 있다(Reno96).

Langran(Lang88, Lang93a)은 기본 지도면(Base Map) 또는 현재 상태의 지도로부터 시간에 따른 자료 변경만을 기록하는 방법을 적용함으로써 시공간 모델의 현재 상태를 관리하는 수정 벡터 모델(Amendment vector model)을 제안하였으나 개념적 모델링에 그쳤을 뿐 그 이후 새롭게 진전시키지는 않았다(Reno96).

또, Peuquet(Peuq94, Peuq95)는 레지스터 기반의 사건 지향적 시공간 데이터 모델(ESTDM:Event-oriented Spatiotemporal Data Model)을, 비 공간 객체에 대해서는 위치 기반 모델(Location based model)을 적용함으로써 복합적인 Tempest 모델을 구현하였다. 이 모델은 기본 데이터베이스 상태와 각 이벤트가 발생할 때의 이미지 변화를 기록한 상태로 구성되는데, 특히 시공간 객체의 시간에 따른 변경 이력의 기록은 Linked-list로 구성하는 방법을 택하여 스냅샷 모델과 비교할 때 상대적으로 적은 데이터 공간을 요구하고 공간 및 비 공간 객체에 대해서도 일반적인 질의 형태를 효율적으로 지원할 수 있도록 하였다. 대부분 응용 어플리케이션의 경우 과거의 이력 상태보다는 지도면의 최근 상태에 대해 더 많은 액세스가 이루어진다(Reno96).

제주대학교 중앙도서관

그러나, 이제까지 제안된 사건 기반 데이터 모델들은 기본적으로 도면의 최초 상태를 기본 도면으로 하기 때문에 현재의 정보를 확인하기 위해서는 최초 도면으로부터 시간에 따라 변화된 모든 상태 변화를 조합해야만 한다. 따라서 사건 기반의 데이터 모델을 구성하는데 있어 최초의 도면 상태를 기본 도면으로 하지 않고 현재의 도면 상태를 기본 도면으로 구성하는 방법에 관한

연구가 필요하다.

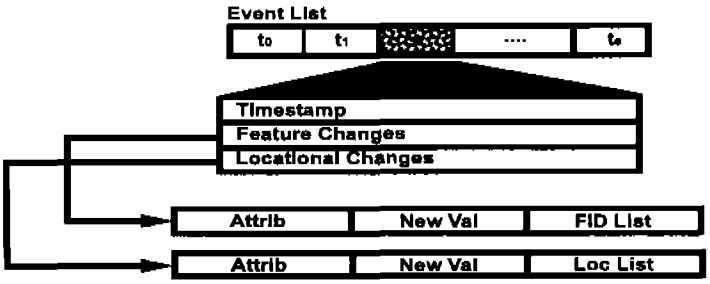


Fig. 3 Event-oriented data model

4) 객체 지향 모델

객체 지향 모델(Object-oriented data model)은 객체, 클래스, 캡슐화, 상속, 다형성을 포함하는 객체 지향 패러다임을 기본으로 한다. 객체 지향 모델은 동일한 객체의 모든 이력 버전을 하나의 단일 객체 내에 포함하게 하는 것이 가능하다(Mont95). Egenhofer(Egen92)는 지리 데이터에 객체 지향 패러다임을 실제 지리정보 데이터베이스에 적용하기 위한 설계 쟁점들을 정리하였다.

대부분의 객체 지향적 GIS 모델은 시간이 1차원을 차지하는 3차원 또는 4차원적 공간상에 추상 구조를 구성하는 방법을 이용한다. Worboy(Worb92a, Worb92b, Worb95)는 시공간 복합 모델을 3차원적 시공간 모델로 확장한 접근 방법 즉, (x, y, and t)를 3차원 구조 내에 복합적으로 구성하는 객체 지향 시공간 모델을 제안하였는데, 시공간 복합 객체들은 시간 축을 따라 변화 가능한 객체로서 표현된다. 각각의 객체는 시간 흐름에 따라 이력을 관리할 수

있으며, 아울러 임의 객체의 파생 버전에 대한 관리 또한 가능하다.

또 다른 객체 지향적 시공간 모델은 Hamre(Hamr95)에 의해 제안된 방법으로 점과 선, 표면, 볼륨 및 시간 볼륨으로 이루어진 4차원적 공간 모델에 기반한 것이다. 이 모델에서 각각의 객체 클래스는 계층적으로 정의되며 Hamre는 자신의 모델을 이용하여 벡터와 레지스터 모델이 하나의 시공간 모델상에 통합될 수 있는 가능성을 보여 주었다.

한편 시간 지리 정보 시스템을 목적으로 하지는 않았지만 Wuu(Wuu93)는 OODAPLX 모델을 이용하여 시간과 객체 버전 기반 객체 지향 데이터베이스의 단일화된 모델을 제안하였는데, 기본적으로 관계형 모델을 확장하여 시간 차원을 다루는데 있어서의 복합 객체 처리의 제한, 단일하지 못한 질의 언어의 요구, 분기 시간 처리의 어려움 등의 제한 사항을 해결한 함수적 시간 확장 개념에 관하여 언급하고 있다. 특히, Wuu의 단일화된 모델은 시간과 버전 기반 객체 지향 데이터베이스의 단일 모델을 제안하고 있기 때문에 객체 지향적 개념을 이용하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

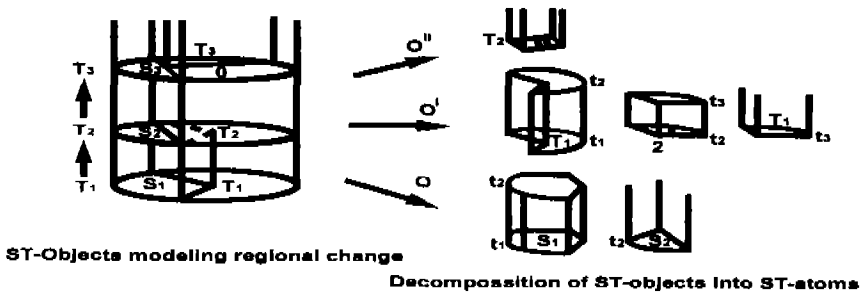


Fig. 4 Object-oriented data model

5) 표준 데이터베이스에서 TGIS 구현의 어려운 점

TGIS는 표준 데이터베이스를 통해서 이루어지기 힘든 측면을 나타내고 있다. 예를 들면, 시간의 변화에 따른 객체의 변화를 일치시키는 방법, 데이터베이스의 변화와 함께 물리적 세계의 변화를 일치시키는 방법 그리고 속성 값에서 시간을 파악하는 방법 등에서 어려운 측면을 보이고 있다.

- 똑같은 객체로서 변화하는 객체를 인식시키는 데에 TGIS의 기본적 어려움이 있다.

- 관계형 DBMS의 응용을 통하여 TGIS의 구현을 시도하고 있으나 이 또한 제한성을 갖고 있으며, OODBMS로의 새로운 접근이 시도되고 있는 실정이다.

- 객체가 갖고 있는 Entity의 변화를 신·구 Entity가 동시 존재하는 상황하에서 구현하기가 어렵다.

제주대학교 중앙도서관

- 다양한 시간을 나타내는 개념이 존재하므로 TGIS를 표준 데이터베이스화하기가 쉽지 않다.

6) RDBMS상에서의 TGIS

시간의 변화내용을 포함하는 데이터베이스는 데이터베이스 내용의 변화가 일어나면 새로운 정보에 대한 신 버전을 생성함으로써 객체의 변화를 반영한다. 이러한 신 버전의 생성은 데이터베이스 용량과 논리(Logic)의 문제를 야기 시킨다.

RDBMS를 이용하여 TGIS를 구현하는 다양한 사례가 나타났는데, 이는 주로 테이블, 튜플, 속성의 버전을 새로이 생성하는 방법들이다. 즉 데이터베

이스에 시간 개념의 추가는 저장의 효율성과 복잡성 사이에 상반되는 역할을 한다(데이터베이스 저장의 효율성을 기하다보면 데이터베이스가 복잡하게 되고, 데이터베이스의 복잡성을 완화하다보면 데이터베이스 저장의 효율성이 저하됨). 속성이 변화할 때마다 새로운 버전을 생성하는 것은 앞 버전에 새로운 버전을 추가함으로써 데이터베이스 양이 증대되는 문제점을 야기 시킨다.
또한 새로운 속성 항목만을 생성시키기 위해서는 한 항목안에 복합적인 요소를 필요로 하므로 데이터 접근에 대한 복잡한 Algebra를 요구한다. 관계형 DBMS를 이용한 TGIS의 구현은 세가지 방법으로 주로 이루어진다.

① Relation-level

Relation-level의 시간성 구현에서는 어떠한 속성이 변화할 때 테이블의 새로운 스냅샷을 형성하고 저장한다. 따라서 속성의 변화가 많을 경우 많은 데이터베이스 저장을 필요로 하는 문제점을 갖게 된다. 즉, Relation-level에 의한 시간성 구현에서는 Spatio-Temporal System을 운영하기가 어렵다고 할 수 있다.

제주대학교 중앙도서관

② Tuple-level

데이터의 내용 변화를 관계시킬 때 새로운 튜플이 형성되는 것이 Tuple-level의 주요한 특성이며, 튜플은 시간적 내용이 변화하면 자연히 없어지고 새로운 버전의 튜플이 생성되는 것이다. Tuple-level은 Relation-level보다 시간성을 표현하는 데에 뛰어나며 저장 비용이 적게든다. 또한 대부분 관계형 이론과 Algebra에 적용된다. 하지만 존재하는 시간들의 표현, 시간의 일치성, 연결성에서 문제점이 제기된다.

③ Attribute-level

Attribute-level에서 속성 값이 시간성을 부여하기 위해 변수-길이(Variable-Length)의 관계가 필요시 된다. 시간성이 정교하나 관리를 위해서는 선택적 관계형 Algebra를 필요로 한다. 단 하나의 속성 재생에는 시간이 많이 소요되지 않으나 관련되는 데이터의 양이 많으면 재생에 시간이 많이 소요된다.

7) TGIS의 한계

① Architecture

공간 데이터베이스에 시간을 부여하는 것은 쉽지 않으며, 데이터베이스의 저장 방법 등에서 효율성을 부여하기 위하여 현재 관계형 DBMS에서는 속성 데이터베이스는 관계형 DBMS로써 관리하고 공간데이터베이스는 별도로 관리하는 체계를 이용하고 있다. 따라서 Spatio-Temporal이 형성되기 위해서는 관계형 DBMS에서 속성과 속성의 변화, 그리고 시간적 변화를 파악할 수 있는 특수한 구조를 개발하여 저장하는 방법이 모색되고 있다. 하지만 아직까지 데이터베이스에서 시간성을 부여하기는 어려운 실정이다.

제주대학교 중앙도서관

② Modelling Spatial Change

두 시간의 변화에 대한 내용을 공간 데이터베이스화하여 모델링하는 데에는 아직 기술적인 문제점을 갖고있다.

③ Clustering과 Data access

적정한 범위에서 데이터베이스의 밀집화(Cluster)가 필요하고 특정 응용의 차원에 적합하여야 하며, 시·공간파일구조는 공간, 시간 그리고 속성에서 일어나는 데이터를 Locate시키기 위해 다차원적 구조를 가져야 하는데, 아직

기술적인 문제점을 갖고 있다.

④ 알고리즘

TGIS를 위해서는 질의(Query)에 대한 개발이 이루어져야 하며, 질의는 GIS 운영의 하나의 부분에 불과하다. TGIS에 적합한 알고리즘을 현 단계에서 구현하기에는 기술적 문제점이 내재하고 있다.

⑤ 개별적인 시스템 디자인

아직까지 TGIS를 위한 노력은 개별적인 시스템 디자인에 의해서 이루어지고 있다고 볼 수 있다. 즉, GIS의 범위는 광대하며, 이 중에서 TGIS에 대한 노력은 한 부분으로서, TGIS 분야에서 통합된 노력이 쉽게 이루어지지는 않을 전망이다.

4. 등온선 및 등염분선

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

1) 등온선 및 등염분선

등온선과 등염분선은 해양과학분야에서 어장 형성과 수괴, 해류를 파악하는데 매우 중요한 요인이다. 따라서 어장 형성 과정, 수괴, 해류의 이동을 파악하기 위해서 제일 먼저 하는 것이 수온과 염분을 측정하고, 그 측정된 데이터를 가지고 등온선 및 등염분선을 작성하는 것이 가장 우선된다.

등온선은 기본 4개의 관측지점에서 각 관측된 데이터를 가지고 수온의 분포를 선으로 나타낸 것이다. 등염분선도 등온선 작성 방법과 동일한 방법으로 작성한다. 작성하는 방법은 사람이 수작업으로 직접 그리는 경우가 있고, 응용

프로그램을 이용하여 작성하는 방법이 있다. 일반적으로 응용프로그램 작성은 Fortran언어를 많이 사용하고 있으며, Fortran언어와 함께 Plot88이라는 라이브러리를 사용하여 등온선과 등염분선을 작성한다. 가장 원시적인 방법인 계측기기로 추출한 데이터를 가지고 사람이 직접 수작업으로 등온선 및 등염분선을 작성하는 방법이다. Fig. 5은 수작업으로 직접 등온선 및 등염분선을 작성하는 방법을 보여주고 있다. 수작업은 사람의 개인적인 시각 차이에 의해 같은 관측지점과 동일한 수온을 분포를 가지고도 등온선이 동일하지 않다는 단점을 가지고 있다.

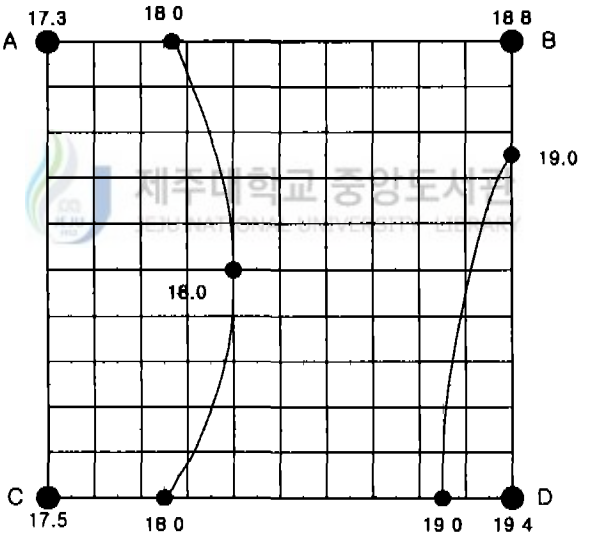


Fig. 5 Isothermline drawing method

2) 등온선 및 등염분선 측정 방법과 작성

① 계측기기를 이용하는 방법

CDT, STD등 계측기기를 이용하여 측정하는 것으로, 수온, 염분, 밀

도 등을 측정할 수 있는데, 측정된 데이터는 기기의 자체 프로그램에서 우리가 사용할 수 있는 데이터로 변환하여, Microsoft의 Excel, Lotus 등 여러 가지 데이터 처리 프로그램으로 분석 처리된다. 등온선과 등염분선의 도면 작성은 Fortran 프로그래밍 언어와 Plot88이라는 라이브러리로 도면을 작성한다.

② 인공위성을 이용하는 방법

인공위성을 이용하는 방법은 NOAA 인공위성에서 수신한 해수면의 수온분포 영상을 이미지 해석 프로그램을 이용하여 등온선과 등염분선을 작성한다.

Fig. 5는 국립수산진흥원의 Web 사이트(http://www.nfrda.re.kr/)에서 제공한 영상으로서 NOAA 위성에서 영상을 받고, 그 영상으로 등온선과 등염분선을 작성한 것을 보여주고 있다.

이렇게 작성된 등온선 및 등염분선 도면들은 팩스, 또는 웹사이트, 우편, 책자 등으로 정보를 서비스하고 있다

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

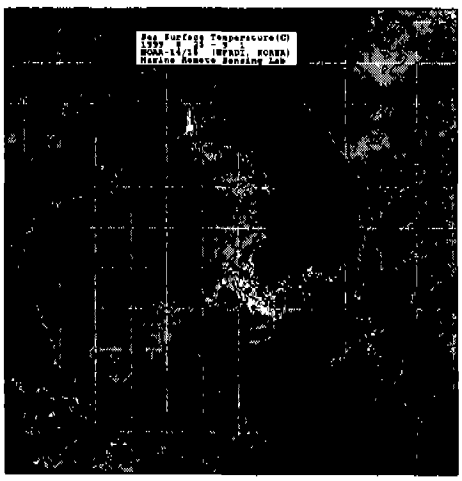


Fig. 6 NOAA satellite picture

Ⅲ. 등온선 및 등염분선 예측 시스템 설계

등온선 및 등염분선 예측 시스템은 다음과 같이 구성이 된다.

① 객체지향 데이터 모델

② 중복 데이터 처리

③ 등온선 및 등염분선 예측

1. 객체지향 데이터모델

본 시스템은 객체 지향 데이터 모델 개념을 이용하여 객체들을 생성하였다. 생성된 객체들 중에 위치정보를 나타내는 좌표 객체는 각각 상위 좌표 클래스와 하위 좌표 클래스를 생성시키고, 하위 좌표 클래스는 상위 좌표 클래스에 속한 수온 및 염분을 생성한다. 수온 및 염분 객체는 좌표 객체 속성 정보 및 관측일(Year,Month), 수심(Depth), 수온(Temperature), 염분(Salinity) 등의 속성 정보를 가질 수 있다.

그리고 수온 및 염분 객체는 Table 2와 같은 객체를 생성하고, 메소드들을 갖는다.

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 2. Object and method generation for forecast system

Position	좌표(경도, 위도)객체
makePossition	좌표 객체 생성 메소드.
makePositionTemperature	좌표 객체를 상속받아 연도 및 수심에 대한 수온 객체 생성 메소드
makePositionSalinity	좌표 객체를 상속받아 연도 및 수심에 대한 염분 객체 생성 메소드
makeTemperatureDrawingData	특정 연도 수온 좌표 객체 생성 메소드
ProcessDrawingData	등온선 Drawing Data 생성 메소드
makeSalinityDrawingData	특정 연도 수온 좌표 객체 생성 메소드
ProcessSalinityDrawingData	등염분선 Drawing Data 생성 메소드
TemperatureDrawing	등온선 Drawing 메소드
SalinityDrawing	등염분선 Drawing 메소드
makeTemperatureForecastData	특정연도 예측 수온 좌표 객체 생성
makeSalinityForecastData	특정연도 예측 염분 좌표 객체 생성
inheriTemperatureData	수온 객체 생성 및 메소드
inheriSalinityData	염분 객체 생성 및 메소드

제주대학교 중앙도서관

2. 중복 데이터 처리

1) 중복데이터의 삭제

새로운 데이터를 데이터베이스로 구축할 때, 중복되는 데이터가 발생한다.

중복되는 데이터를 삭제하지 않고 데이터베이스를 구축한다면 데이터베이스는 방대해지고, 시스템 처리 속도가 느려진다. 또한, 시스템 구축하는데 많은 비용이 든다. 따라서 중복되는 데이터는 삭제해야 하는데, 중복 데이터의 삭제는 데이터베이스를 구축할 때 이루어진다,

Fig. 9는 중복 데이터 처리 방안을 나타낸 그림으로 새로운 데이터가 들어오면 SQL 질의 구문인 "Insert into" 구문에 의해서 레코드가 형성되는데, 새로 생성되는 레코드가 Unique한지, Unique하지 않은 것인지? 판단한다. Unique하다는 것은 중복되는 데이터가 아니기 때문에 변화량 값을 계산하고 새로운 레코드를 생성시킨다. 하지만 Unique하지 않다는 것은 중복되는 데이터이므로 중복되는 데이터는 데이터베이스에 저장되지 않고 빠져 나온다. Unique 판단은 Primary Key인 Year, Month, Longitude, Latitude, Temperature, Salinity 등의 조합에 의해서 판단되는데, 각각의 Temperature Primary Key Table과 Salinity Primary Key Table은 Table 3과 4처럼 구성되어 있다.

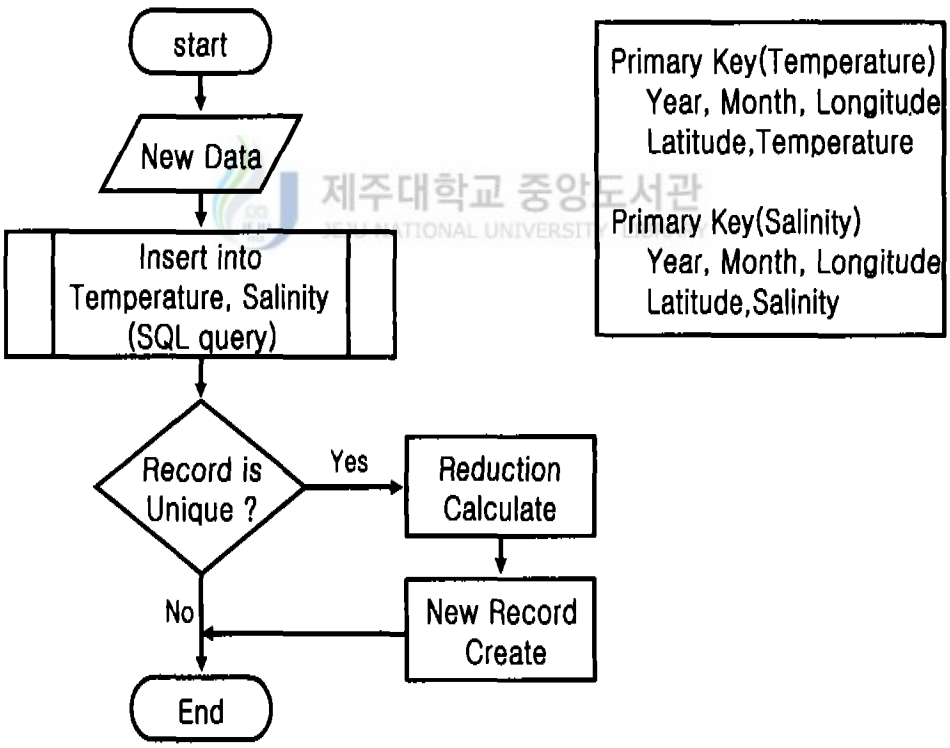
제주대학교 중앙도서관

Table 3. Temperature primary key table

Index	필드이름	데이터 형식	설명
	Year	문자열	측정년도
√	Month	문자열	측정월
√	Longitude	문자열	경도
√	Latitude	문자열	위도
√	Depth	숫자	수심
√	Temperature	숫자	온도

Table 4. Salinity primary table

Index	필드이름	데이터 형식	설명
	Year	문자열	측정년도
√	Month	문자열	측정월
√	Longitude	문자열	경도
√	Latitude	문자열	위도
√	Depth	숫자	수심
√	Salinity	숫자	염분



제주대학교 중앙도서관

Fig. 9 Process method of duplication data

3. 등온선 및 등염분선 예측

1) 등온선 및 등염분선 Drawing Data 추출

등온선 및 등염분선은 각각의 데이터베이스 테이블에 저장된 데이터를 가지고 Drawing을 하는데, 사용자가 보고자 하는 조건 또는 조건 이전 데이터 중에서 가장 마지막에 저장된 데이터를 선택하여 Drawing을 한다. 예를 들면, 경도 130.55 °, 위도 36.30 °의 관측 지점에서 1990년 7월 수심 50m 데이터가 18℃, 1991년 7월 수심 50m 데이터가 18℃, 1992년 7월 수심 50m 데이터가 19℃가 데이터베이스의 Temperature Table에 저장되었다고 가정해서, 사용자가 1991년 7월 수심 50m의 등온선을 보고자 할 때에는 본 시스템은 1990년 7월 수심 50m의 데이터를 가지고 등온선을 Drawing을 한다. 그것은 1991년 7월 50m 데이터는 데이터베이스를 구축할 때 중복 데이터 처리에 의해 이미 삭제된 상태다. 따라서 1991년 7월 수심 50m의 참조 데이터가 필요하게 된다. 참조데이터는 조건 이전의 데이터 중 제일 마지막 데이터로, 사용자가 요구한 조건데이터와 마지막에 저장된 데이터가 동일하기 때문이다.

Table 5는 등온선 및 등염분선 Drawing Data 추출 Query의 내용을 나타낸 것이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 5. Draw out method of drawing data

```
Select Longitude,Latitude,Last(Temperature|Salinity)
From(Temperature|Salinity)
Where Year<=conditionYear And Month=conditionMonth
  And Depth=conditionDepth
Group By Longitude,Latitude
```

2) 예측 등온선 및 등염분선 Drawing Data 생성

예측 데이터는 여러 가지 예측 데이터 추출 방법이 있다. 본 논문에서는 Table 6과 같은 예측 데이터 추출 방법을 선택하였다.

Table 6. Draw out method of forecast data

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

```
예측 Data = 當年度 전월 Drawing Data
          + 例年度 당월 평균 Drawing Data
          - 例年度 전월 평균 Drawing Data
```

사용자가 만약 1990년 11월의 등온선과 등염분선을 알고자 할 때, 예측 데이터는 당년도 전월 Drawing Data인 1990년 10월 Drawing Data에 예년도 당월 평균 Drawing Data 즉, 관측지점에서 관측이 시작된 시점에서부터 1989년까지의 11월 평균 Drawing 데이터를 더한 데이터에, 예년도 전월 평균 Drawing Data 즉, 관측지점에서의 1989년까지의 10월 평균Drawing Data를

뺀 Data를 예측 Data로 추출하였다.

각각의 평균 데이터에서 최대 데이터와 최소 데이터는 제거하지 않았다. 그것은 여러 가지 이유가 있는데 최대 데이터와 최소 데이터를 제거하는 루틴을 삽입하게 되면 시스템 처리 속도가 많이 떨어진다. 본 시스템에서는 사용되는 관측 지점 수는 최저 3개의 관측 지점에서부터 최대 200개 이상의 관측 지점을 사용하고 있고, 평균 150개의 관측 지점을 사용하고 있는 데, 한 관측 지점에서 최대 데이터와 최소 데이터를 제거하는 루틴은 시스템의 지연 시간만 초래한다. 그리고 또 다른 이유는 국립수산 진흥원에서 제공한 수온과 염분 데이터는 격년제로 관측 지점을 관측한 데이터이기 때문에 새로이 관측 지점으로 포함된 지점의 데이터는 한 두 개만 존재하게 된다. 따라서 한 두 개의 데이터를 가지고 최대 데이터와 최소 데이터를 제거한다는 것은 무의미한 것이다. 최대 데이터와 최소 데이터를 제거하지 않아도 평균 Drawing 데이터는 거의 일정한 데이터 값을 유지하고 있다. 또한 국립수산진흥원에서도 수온과 염분의 평균값을 가지고 등온선과 등염분선을 작성하고 있다.

제주대학교 중앙도서관

Ⅳ. 예측시스템의 구현

1. 구현 환경

본 연구를 구현하기 위한 시뮬레이션 환경은 OS는 MS-WINDOWS 98, 사용하고 프로그래밍 언어는 Microsoft Visual Basic 6.0과 Microsoft Access, Microsoft Fortran 5.0 for MS-DOS, Plot88 for Fortran, SQL 등을 사용했고, IBM PC 펜티엄Ⅱ-350 MHz(128RAM)를 사용하였다.

등온선 및 등염분선 예측 시스템은 다음과 같이 이루어진다.

① 사용자 인터페이스

② 파일 변환(Convert file)

③ 등온선 및 등염분선 Drawing

④ 예측 등온선 및 등염분선 Drawing

⑤ 시스템의 성능 평가

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2. 사용자 인터페이스

본 시스템의 인터페이스는 기존의 등온선 및 등염분선을 개별적으로 따로 분리하여 도면을 작성하던 것을 통합하여 작성할 수 있도록 하였다.

기존의 등온선 및 등염분선 작성 방법은 등온선을 작성하는 프로그램을 가지고 등온선을 작성하였고, 등염분선을 작성하는 프로그램을 가지고 등염분

선을 작성하였다. 이렇게 개별적으로 작성하던 것을 본 시스템에서는 등온선과 등염분선 작성을 한번의 마우스 클릭으로 작성하게 하였다.

기존의 등온선 및 등염분선 작성방법은 우선 관측 지점의 파일들을 가지고 Fortran 프로그래밍 언어로 관측 지점들의 등온선 및 등염분선 Drawing 프로그램을 작성한다. 그리고 Plot88이라는 라이브러리를 가지고 등온선 및 등염분선의 좌표 값을 생성하면서 도면을 작성한다. 이렇게 개별적으로 등온선 및 등염분선을 작성하던 것을 한 시스템에서 처리할 수 있도록 인터페이스을 통합하였다.

본 시스템의 인터페이스는 크게 두 개의 부분으로 나눌 수 있는 데, 첫 번째 도면을 작성하는 부분과 두 번째 관측지점의 속성을 표시하는 부분으로 나눌 수 있다.

첫 번째 부분은 사용자가 요구하는 조건들을 충족시키는 부분으로 등온선과 등염분선을 Drawing하는 부분이다. 여기에 속하는 부 메뉴들은 Select Item, Determination Data, Set Color, Processing, Clear Map 등이 있다. 각각의 부 메뉴들을 살펴보면 우선 Select Item은 등온선 또는 등염분선 Drawing할 대상을 선택한다. 즉, 등온선을 Drawing 할 것인지, 등염분선을 Drawing 할 것인지 선택하는 메뉴이고, Determination Data 메뉴는 사용자가 보고자 하는 등온선 및 등염분선을 선택하는 메뉴로 Year, Month, Depth를 선택할 수 있도록 했다. 또한 사용자가 선택한 Determination Data를 다른 등온선 및 등염분선과 구별하기 위해서 Color를 Setting하는 메뉴인 Set Color 메뉴가 있다. 그리고 사용자가 선택한 Determination Data를 실행시켜는 메뉴인 Processing과 Drawing된 등온선과 등염분선을 화면에서 지우는

제주대학교 중앙도서관

메뉴인 Clear Map 메뉴가 있다.

두 번째 부분인 관측 지점의 속성을 표시하는 부분은 Situation Information, Determination Temperature, Determination Salinity 등이 여기에 속하는 부 메뉴다. Situation Information은 현재 Drawing된 등온선 및 등염분선의 경도(Longitude), 위도(Latitude), 관측일(Year, Month), 깊이(Depth)를 표시해 주는 메뉴다. Determination Temperature와 Determination Salinity는 각 관측 지점의 수온과 염분 속성 정보를 표시해주는 메뉴들이다.

Fig. 10는 본 시스템의 인터페이스 보여주고 있다.

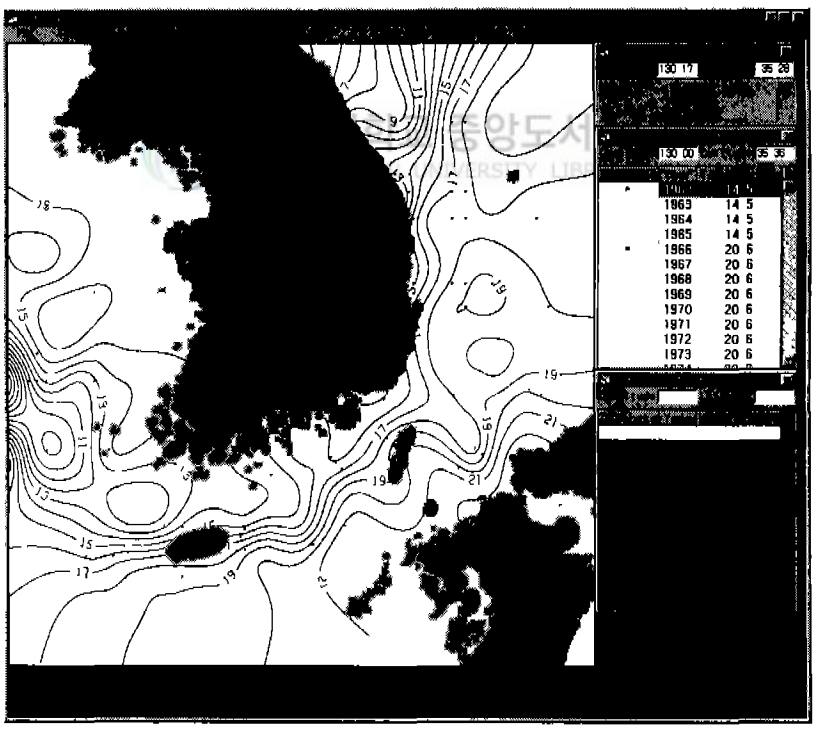


Fig. 10 The isothermline and isohaline forecast system interface

3. 파일 변환(File Conversion)

관측된 데이터를 이용하여 등온선 및 등염분선을 작성하기 위한 기존 파일 변환 과정은 다음과 같은 순서로 이루어진다.

① 계측 기기에서 계측된 데이터는 기계어 데이터로, 자체 기기 메모리에 저장된다.

② 기계어로 저장된 데이터는 dat 파일 변환 프로그램에 의해 dat 파일로 변환된다.

③ dat파일로 변환된 데이터는 Fortran 프로그래밍 언어와 Plot88 라이브러리로 작성된 Contouring 응용프로그램에 의해서 등온선 및 등염분선을 작성한다.

④ Fortran 프로그래밍 언어는 관측 지점의 수, 관측 지점의 좌표, 수온 범위, 염분 범위, 좌표 간격 등을 계산한다.

⑤ Plot88은 Fortran에서 작성된 관측 지점의 수, 관측 지점의 좌표, 수온 범위, 염분 범위, 좌표 간격 등의 데이터를 가지고 Contouring을 한다.

⑥ 관측 지점의 수, 관측 지점의 좌표, 수온 범위, 염분 범위, 좌표 간격 등이 변할 때마다 다시 프로그램을 수정해서 수정된 데이터를 가지고 등온선과 등염분선을 작성 해야하는 번거로움이 있다.

본 시스템은 기계어 데이터에서 dat 파일로 변환된 데이터를 가지고 ③번 과정을 이용하여 등온선과 등염분선을 작성하는데, ④번 ⑤번 과정을 한 번의 마우스 클릭으로 이루어지도록 했고 그리고 ⑥의 번거로운 과정 즉, 관측

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

지점의 수, 관측지점의 좌표, 수온 범위, 염분 범위, 좌표 간격이 변하여도 마우스 한번 클릭으로 등온선과 등염분선을 작성할 수 있는 좌표 데이터를 추출할 수 있도록 하였다.

본 시스템에서 좌표 데이터를 추출하기 위해서 Plot88 라이브러리를 사용하였는데 사용한 공식은 Laplacian 과 Spline의 조합 공식으로 식1과 같이 정의되어 있다.

식 1 : $[\ \nabla^2 X(z) + \nabla^2 Y(z)] - (cay)[\ \nabla^4 X(z) + \nabla^4 Y(z)] = 0$

Fig. 11은 본 시스템에서 사용한 데이터 변환 인터페이스를 보여주고 있다.

제주대학교 중앙도서관

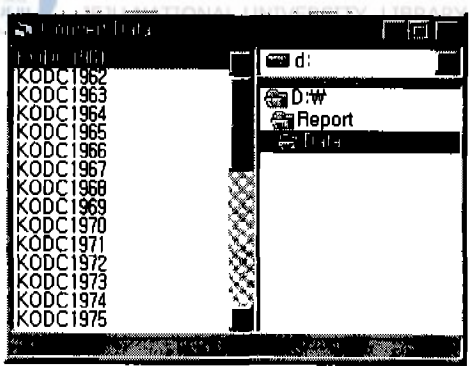


Fig. 11 Conversion of data

4. 등온선 및 등염분선 Drawing

본 시스템에서 등온선과 등염분선 작성은 다음과 같은 순서로 이루어진다.

① 주메뉴의 "Processing"을 선택한다.

② 부메뉴 "Select Item"에서 "Temperature" 또는 "Salinity"를 선택한다.

③ "Determination Data" 메뉴에서 "Year", "Month", "Depth"를 각각 선택한다.

④ "Set Color" 메뉴에서 다른 등온선 및 등염분선을 구별하기 위해서 color를 선택한다.

⑤ "Processing" 메뉴를 클릭해서 등온선 및 등염분선 Drawing을 실행시킨다.

⑥ 또 다른 등온선과 등염분선을 작성하기 위해서 "Clear Map"를 클릭하여 지도를 깨끗하게 한다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 12는 1992년 5월 수심 50m을 등온선 Drawing한 결과고, Fig. 14는 1992년 5월 수심 50m을 등염분선 Drawing한 결과다.

Fig. 13과 15의 Determination Temperature와 Determination Salinity 속성 테이블은 사용자가 Drawing된 등온선과 등염분선에서 각 관측지점을 마우스로 클릭을 하였을 경우 각 관측지점의 수온과 염분 속성을 보여주는데, Determination Temperature는 Database, Year, Temperature Table로 구성이 되어있고, Determination Salinity는 Database, Year, Salinity Table로

구성이 되어 있다. 여기서 Database Table을 자세히 보면 "*"가 표시된 것과 표시가 없는 것이 있다. "*'가 된 것은 Database에 저장이 된 데이터이며, 표시가 없는 것은 중복 데이터로 Database에 저장이 되지 않은 데이터들을 보여주고 있다. 즉, 앞장에서 중복 데이터 처리 방법에서 처리한 결과를 보여주고 있는 것이다.

Fig. 13 Determination Temperature는 1992년 5월 수심50m, 경도 128.34 °, 위도 34.35 ° 관측 지점에서의 수온 속성 정보를 보여주고 있다. Fig. 15 Determination Salinity는 1992년 5월 수심 50m, 경도 128.58 °, 위도 34.15 ° 관측 지점에서의 염분 속성 정보를 보여주고 있다.

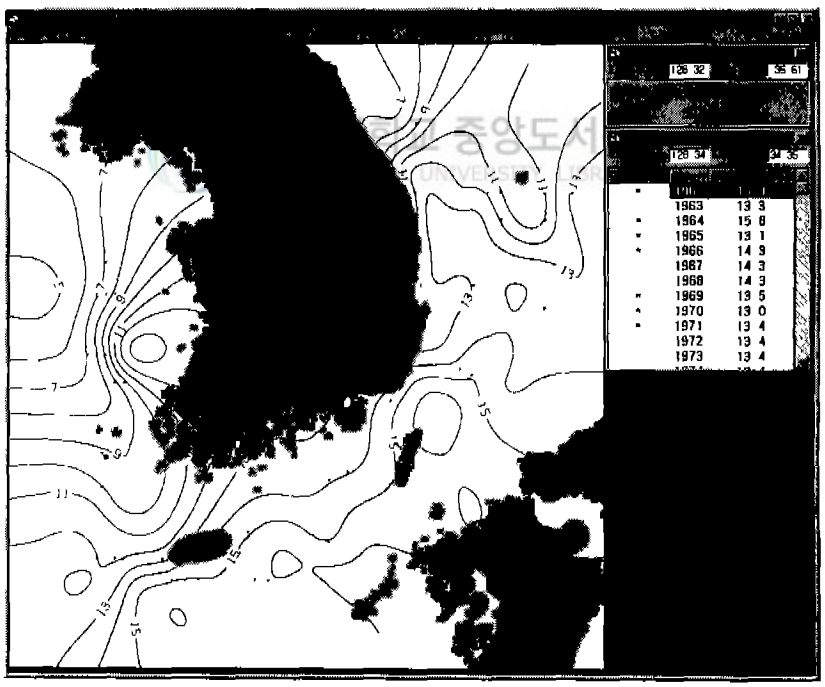


Fig. 12 Isothermline drawing result(1992. 5. 50m)

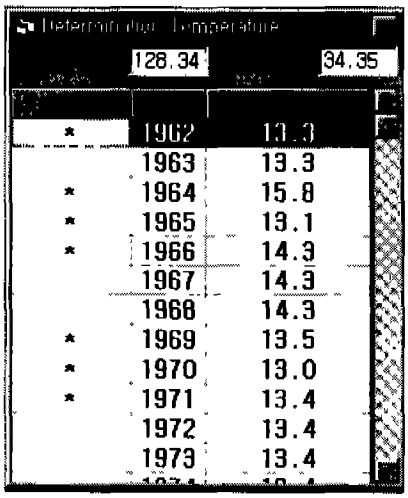


Fig. 13 Determination temperature

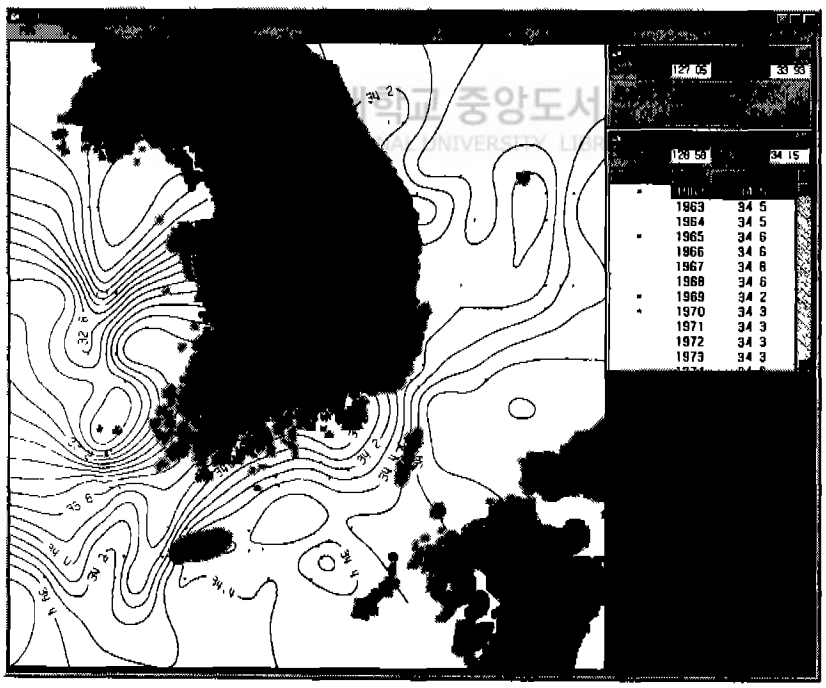


Fig. 14 Isohaline drawing result(1992. 5. 50m)

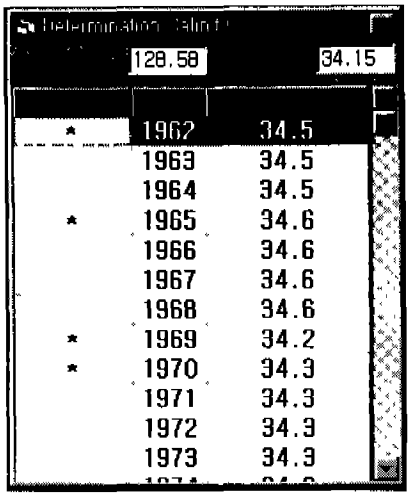


Fig. 15 Determination salinity

5. 예측 등온선 및 등염분선 Drawing

제주대학교 중앙도서관

본 시스템에서 예측 등온선 및 등염분선 Drawing은 다음과 같은 순서로 이루어진다.

① 본 시스템 주메뉴 "Processing"을 클릭 한다.

② "Processing"메뉴에서 "Determination"을 클릭 한다.

③ "Determination"에서 사용자가 보고자하는 Year, Month, Depth를 선택한다.

④ 본 시스템이 주메뉴 "Evaluation"를 클릭 한다.

⑤ "Evaluation에서 "Temperature" 또는 "Salinity"를 선택하면 예측한 등온선 과 등염분선을 Drawing한다.

예측 데이터는 앞장의 예측 데이터 추출 방법에 의해서 생성되어 진다.

Fig. 16은 예측한 등온선 Drawing한 결과고, Fig. 17은 예측한 등염분선 Drawing한 결과를 보여 주고 있다. Fig. 16과 Fig. 17도 마찬가지로 Determination Temperature와 Determination Salinity가 있는 데 각 관측 지점에서의 예측한 수온, 염분 속성 정보를 나타내고 있다.

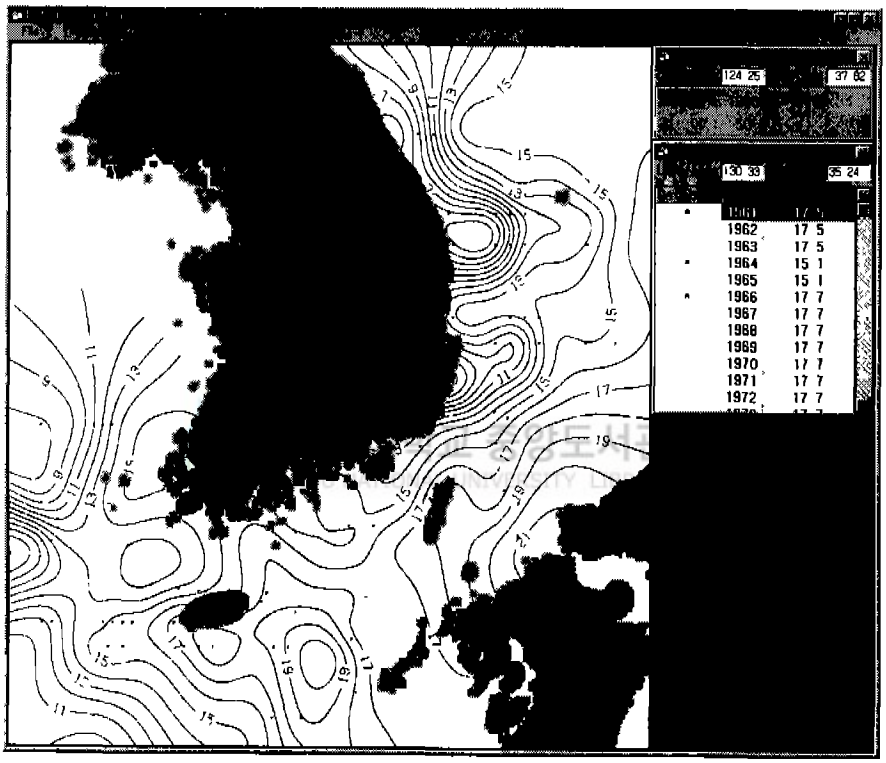


Fig. 16 Forecast isothermline drawing result

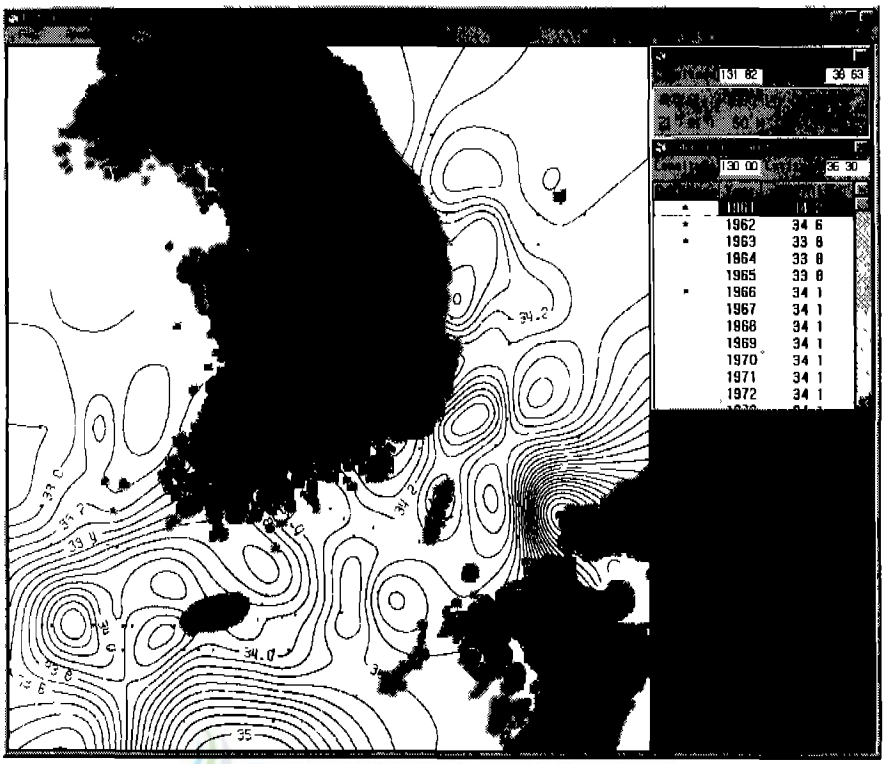


Fig. 17 Forecast isohaline drawing result

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

6. 시스템의 성능 평가

TGIS을 구축 할 때문만 아니라 GIS를 구축하는 데에도 많은 데이터 저장장소를 요구하고 있다. 따라서 본 시스템은 앞장에서 제시한 중복 데이터 처리방법에 의해서 저장되는 데이터 양을 최소화하였다.

Fig. 18은 데이터베이스에 데이터가 저장된 상황을 보여주고 있는 그림으로 a와 b로 이루어져있다. a로 표현된 부분은 국립수산진흥원에서 제공된 실제 데이터 양을 표현한 것이고, b로 표시된 부분은 본 시스템의 데이터베이스

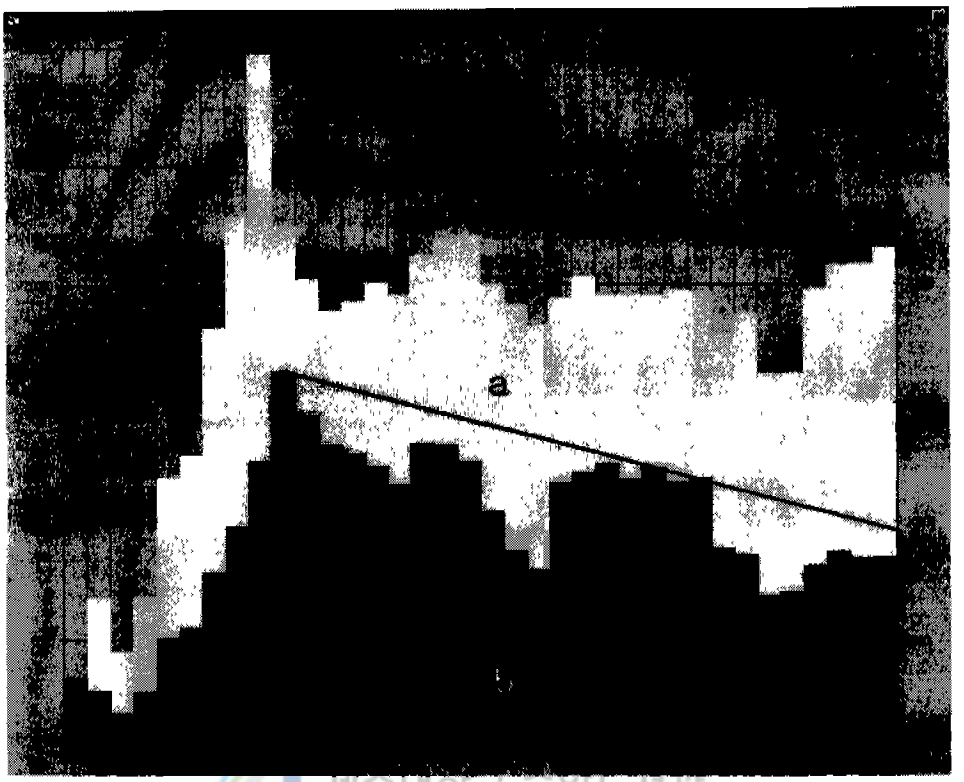
에 저장된 데이터 양을 표현한 것이다.

각각 a, b로 표현된 데이터 즉, 실제 데이터 양과 데이터베이스에 저장된 양을 비교하여 보면 46.46%의 데이터베이스 감축 효과를 얻을 수 있다. 또한 데이터베이스 저장 감축에 의해서 비용도 절감하는 효과를 얻을 수 있어 경제적이다.

그리고, Fig. 18의 b로 된 부분을 자세히 보면 점차적으로 데이터베이스에 저장되는 데이터 양이 감소하는 것을 볼 수 있다. 즉, 똑같은 관측지점에서 관측한 데이터를 저장하다보면, 그 전에 데이터베이스에 저장된 데이터와 중복되는 데이터들이 관측횟수가 증가 할 수록 많이 발생하기 때문이다.

그리고, 수온 및 염분 변화량이 매우 폭 넓은 범위에서 발생하는 것이 아니라 협소한 범위에서 변화량을 갖고 있기 때문에 기존의 데이터베이스에 저장된 데이터와 중복되는 데이터가 시간이 지날 수록 많이 발생되고, 입력되는 데이터 양에 비해 저장되는 데이터 양이 점차적으로 감소함을 알 수 있다.

제주대학교 중앙도서관



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 18 Data performance

Real data(a) ■ Data of database(b)

V. 비교 분석과 고찰

Fig. 19, 20은 1990년 11월 수심 50m의 등온선 및 등염분선 예측시스템에서 도면을 작성한 것과 실제 데이터를 처리하여 등온선 과 등염분선을 작성한 것을 비교한 것이다.

여기서 결과 데이터는 무작위 추출한 것이고, 수심 50m은 지금까지 어장형성 기구에 관한 연구에서 수심 50m 전후로 해서 어장이 형성이 되는 수심으로 연구 결과가 나타나 있기 때문에 수심 50m로 정하였다. 어종별 약간의 수심의 차이는 있다.

Fig. 19는 등온선을 예측 시스템과 실제 데이터를 처리한 것으로 약간의 오차가 발생하는 것을 볼 수 있다. 거의 닮은 형태의 등온선 모양을 보이고 있지만 정확하게 일치하지는 않고 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

오차를 보이는 곳은 제주도 남쪽에서 나타나고 있는데, 그곳은 관측지점이 없기 때문에 정확한 예측 등온선을 예측할 수 없으며, 그리고 동일한 수온으로 분포가 넓은 지역이라서 약간의 수온 오차가 발생하고 있다.

우리 나라 북동쪽을 보면 관측지점이 없는 곳이 있는데 그곳은 수온 분포가 조밀하기 때문에 오차가 거의 없이 동일한 예측 등온선 분포를 이루고 있다.

Fig. 20은 예측 시스템에서 등염분선 예측한 결과와 실제 데이터를 가지고 본 시스템에서 등염분선을 작성한 것과 비교를 한 것이다.

Fig. 20을 보면 우리 나라 서해 쪽에서 예측한 결과와 실제 데이터를 가

지고 작성한 것이 약간의 오차를 발생하고 있다. 이것은 관측한 시점에서 염분 변화량이 매우 큰 차이를 나타내기 때문이다. 서해는 중국의 양쯔강과 우리 나라 한강에 흐르는 담수의 영향으로 염분의 변화가 큰 차이를 발생시켜서 오차가 발생한 것으로 판단된다. 그러나 거의 모든 관측 지점에서 동일한 염분 분포를 이루고 있는 것으로 나타나고 있다.

본 시스템에서 약간의 오차가 발생하는 것은 여러 가지 원인 있지만 몇 가지로 요약할 수 있다.

첫 번째, 실제 축적으로 그려진 지도와 현재 예측 시스템에서 사용하는 지도 축적의 문제로 약간 오차가 발생하는 것으로 판단된다. 두 번째, 수온과 염분이 시간 경과에 따른 변화량이 일정하지 않다는 것이다. 예를 들면, 관측하는 시점에서 장마로 인한 해수에 담수 유입으로 수온과 염분 변화에 커다란 영향을 줄 경우이다. 세 번째는 관측 지점 수와 관측 지점의 불일치이다. 본 등온선 및 등염분선 예측 시스템에서 사용한 데이터가 국립수산진흥원 웹사이트(http://www.nfrda.re.kr/)에서 제공한 데이터로, 1991년 3월 50m를 측정한 관측 지점 수와 등온선 및 등염분선 예측시스템에서 사용한 1991년 3월 50m 관측 지점수의 차이와 관측 지점이 다를 경우 발생하는 오차이다. 즉, Contouring을 할 경우 관측 지점 수가 6개인 경우와 10개인 경우는 등온선 및 등염분선이 다르게 나타난다. 이런 오차를 최소화시키기 위해서는 동일한 관측 지점 수와 고정된 관측 지점이 필요하다. 따라서, 본 시스템에서는 이런 오차를 최소화시키기 위해 관측 지점에 따라 수온 및 염분 분포 데이터 테이블을 작성해서 사용자가 관측 지점을 선택했을 경우 관측 지점의 수온과 염분을 보여줌으로써 오차를 최소화시키는 방법을 모색했다. Fig. 21은 관측 지점

제주대학교 중앙도서관

(Longitude : 127.44 °, Latitude : 33.00 °, Depth : 50m)을 선택했을 경우 수온과 염분 데이터 테이블을 보여주고 있다.

결과적으로 본 시스템은 예측 능력이 매우 높은 것으로 판단된다. 그러나 해양에서의 수온과 염분 변화는 매우 불규칙한 상태이다. 따라서 해양에서 수온과 염분을 변화시키는 요인들인 바람, 장마, 태풍, 육지의 담수의 유입 등을 분석하여 본 시스템에 추가했을 경우, 보다 정확한 수온 및 염분 예측 능력을 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

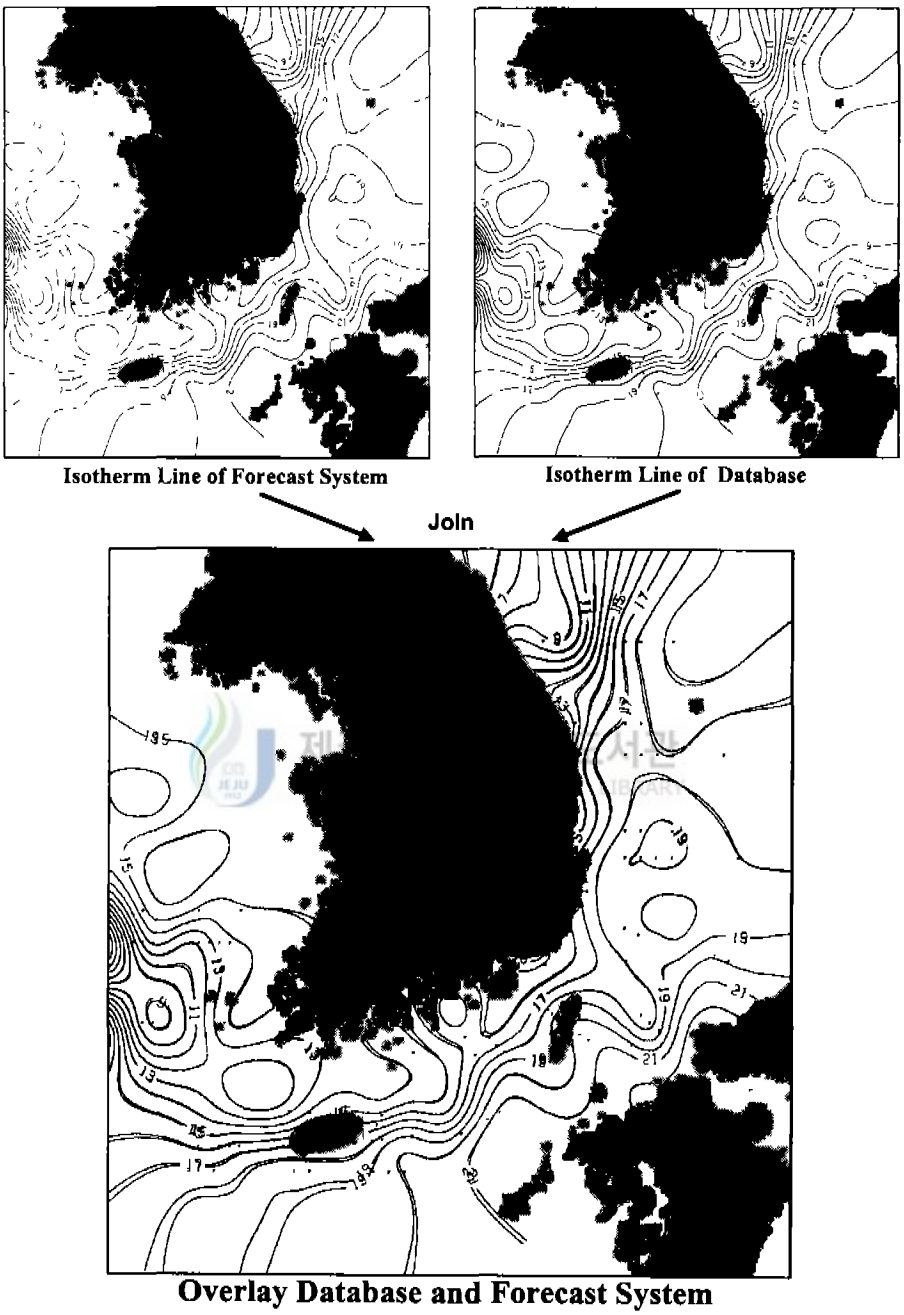


Fig. 19 Isotherm line (1990. 11. 50m)

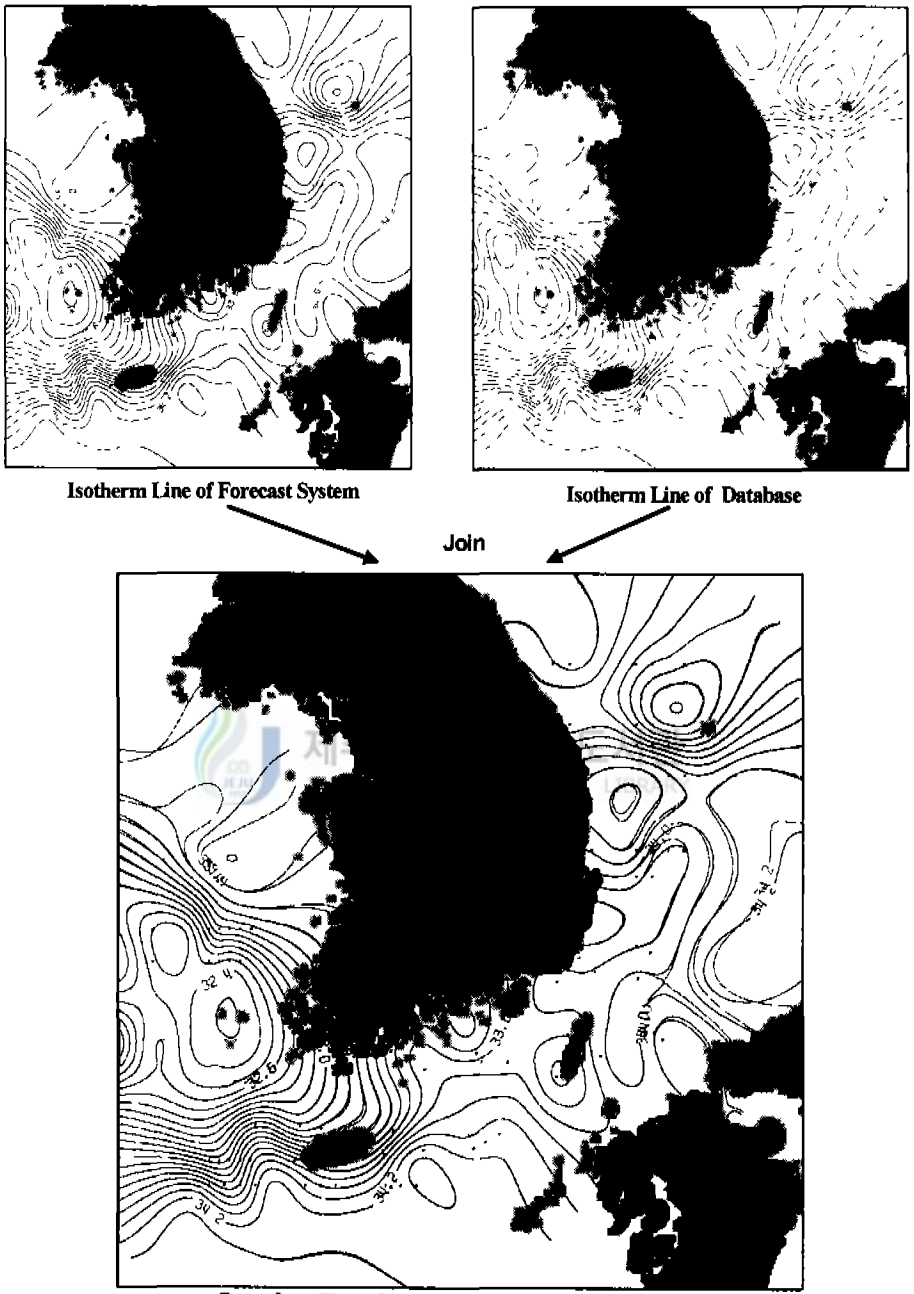


Fig. 20 Isohaline (1990. 11. 50m)

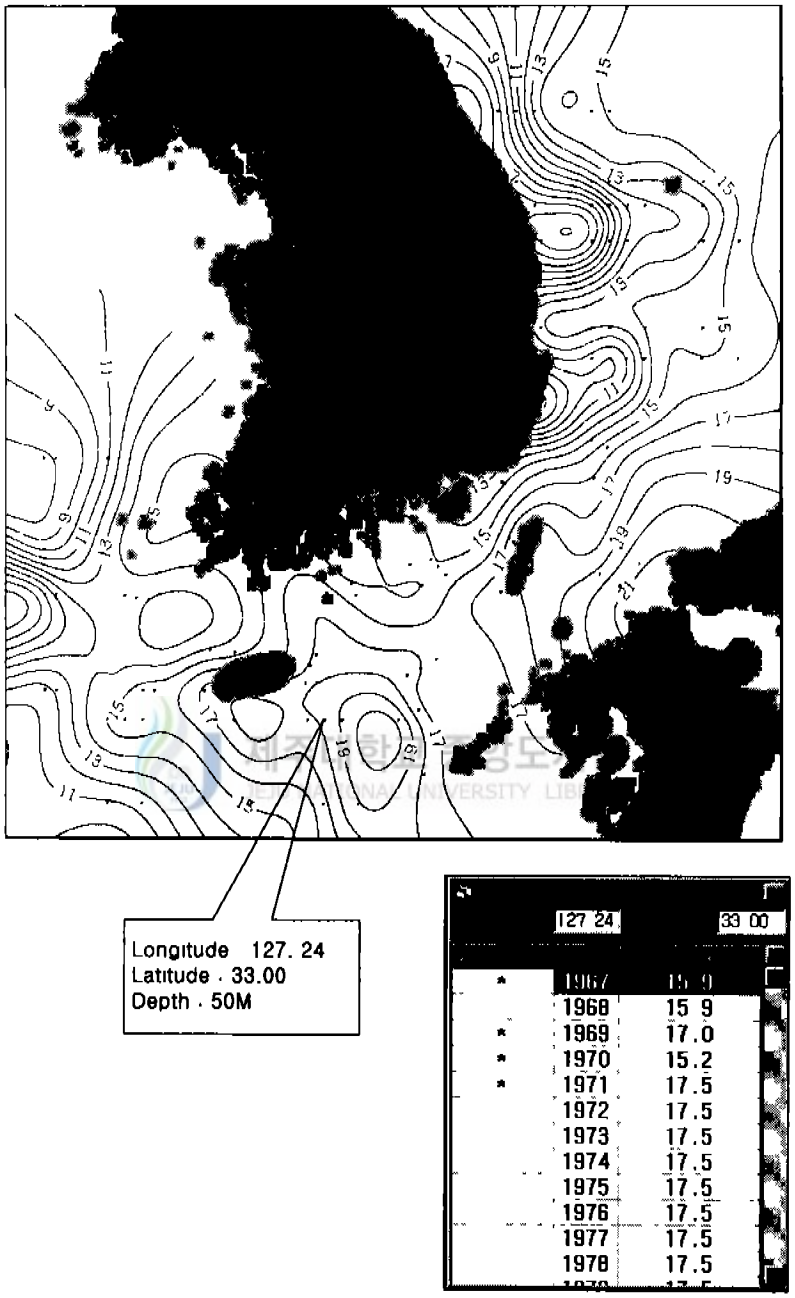


Fig. 21 Temperature data table

Ⅵ. 결 론

현존하는 지리 정보 시스템들은 지리 정보를 순수한 공간상의 정보로만 취급하여 시간에 따른 공간 데이터의 변화를 가볍게 취급하였다. 그리고 실세계의 지리정보는 끊임없이 변화되고 있고, 현재 지리정보의 객체들에 대한 변화정보를 표현해야 하는 응용 프로그램들이 요구되어지고 있다.

본 논문에서는 기존의 GIS에 시간개념을 도입한 TGIS로서 해양과학분야의 중요요인인 등온선 및 등염분선을 예측하는 시스템을 설계하고 구현하였다. 하지만 본 예측 시스템은 국립수산진흥원에서 제공되는 데이터를 이용하여 구축이 되었는데, 좀 더 정확한 예측시스템이 되기 위해서는 시간에 따라 수온과 염분 등의 실 데이터를 시간 단위, 또는 일일 단위 등, 시간 변화의 연속성 문제 등이 해결해야 할 문제들로 생각된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그리고, 염분의 변화량은 그 다지 심한 변화를 일으키는 요소는 아니지만, 수온은 시간 및 주위 환경에 매우 많은 변화를 일으키며, 데이터를 추출하는데도 많은 어려움이 존재한다. 하지만, 이러한 실 데이터를 실시간으로, 즉 인공 위성을 이용한 표층 수온 및 염분 영상 제공과 연속적인 실 데이터를 전송할 수 있는 부표를 사용한다면 실시간으로 등온선 및 등염분선 예측 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 Sensor의 개발과 TGIS 소프트웨어 개발을 병행한다면 더욱 정확한 예측 시스템으로 발전할 수 있을 것으로 생각된다.

그리고, 수온과 염분을 실시간으로 관측할 수 있는 관측 장비를 우선 개발하고, 데이터 처리를 위한 데이터베이스 모델, 기하학적인 데이터를 처리하는 방법, 데이터 정제 방법들이 병행하여 연구되어져서 어장 형성 정보와 기상 정보를 본 예측 시스템에 추가한다면 어민들에게 어장이 형성이 될 수 있는 곳을 예측하고, 형성된 어장의 종류도 실시간으로 제공할 수 있을 것으로 생각되며, 또한 해양과학 분야에서 해양 자원 활용 방안 및 해양 생태계 변화, 해양 오염 확산 방지 시스템에 중요한 의사 결정 도구가 될 것으로 본다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

참고 문헌

C. A. Davis Jr.1994, Object-Oriented GIS in practice, Proc. of URISA, pp. 786-795.

J. T. Candy, 1995, "Development of a prototype temporal geographic information system". Simon Fraser Univ. master's thesis.

Donna J. Peuquet and Miu Duan,1995. An event-based spatiotemporal data model(ESTDM) for temporal analysis of geographic data Int. Journal of Geographic Information systems, 9(1).

Donna J. Peuquet and Liujin Qian 1996, An Integrated Database Design For Temporal GIS. International Symposium on Spatial Data Handling, Advances in GIS Research II Proceedings, Volume 1. pp. 2.1-2.11.

G. Langran and N. R. Chrisman.1988, A framwork for temporal geographic information, Catographica, 25(3), pp.1-14.

G. Talens, C. Oussalah and M. Colinas,1993 Versions of Simple and Composite Objects, in Proc. Int'l Conf. on Very Large Databases. pp. 62-72.

Hazelton, N.W.J., 1992 Beyond the 2-D Map: A New Metaphor for Multi-Temporal 4-D GIS. In Proceeding of GIS/LIS '92. San Jose, CA USA(Bethesda, MD: American Congress on Surveying

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

and Mapping), pp. 303-313.

Leslie David Montgomery,1995. Temporal geographic information systems technology and requirement: we are today, Master's thesis, the Ohio State Univ.

M. Egenhofer and A. Frank. 1992, Object-Oriented Modeling for GIS, Journal of URISA 4(2): pp. 3-19.

M. Yuan. 1996, "Temporal GIS and Spatio-Temporal Modeling." 3rd International Conference/Workshop Integrating GIS and Environmental Modeling. Jan 21-25.

M. F. Worboys, 1995. GIS: A Computing perspective, Taylor & Francis pub.

Ross, J., 1985, Detecting Land Use Change on Omaha's Urban Fring using a Geographic Information System. In Proceedings of Auto Carto 7 Washington D.C. USA(Falls Church, Va: American Congress on Surveying and Mapping), pp. 463-471.

강병극, 백주연, 이성종, 류근호. 1996 시간과 버전을 지원하는 객체 지향 모델의 통합, 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, 제3권 제2호.

강병극, 백주연, 김상호, 이성종 및 류근호. 1997, GIS를 위한 시공간 데이터베이스 모델과 연산자 저의 및 설계, 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문집, 제4권 제1호.

김상현. 1995, "제주해협의 갈치어장 형성기구에 관한 연구". 박사학위논문 , 제주대학교 대학원.

제주대학교 중앙도서관

백주연, 이성종, 주영도 및 류근호. 1997. 지리정보 시스템에서의 객체 이력지원, 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제24권 제2호.

유근배, 1990, "지리정보론".

이성종, 이종연, 류근호.1997. 시간 지원 지리정보 시스템의 단일 시간 버전 모델, 정보과학회지.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

감사의 글

여러 가지로 부족한 저를 받아주시고, 이 글을 쓸 수 있는 이 시간까지 지도와 편달을 아끼지 않으신 곽호영 지도교수님께 먼저 감사를 드립니다. 그리고 논문이 완성되기까지 잘못된 점을 지적해주시고 많은 조언을 해주신 김장형 교수님, 안기중 교수님, 변상용 교수님, 이상준 교수님, 송왕철 교수님, 이동희 교수님께 이 지면을 빌어 다시 한번 진심으로 감사를 드립니다. 또한 제가 이 길을 갈 수 있도록 인도해주신 해양토목공학과의 양성기 교수님, 김남형 교수님, 남정만 교수님, 이병걸 교수님, 박상렬 교수님께도 감사를 드립니다.

어느덧 저에게 2년이란 세월이 흘렀습니다. 그 동안 바쁘다는 핑계로 돌아보지 못한 선배님들과 후배, 친구들에게 이제야 다시 그 옛날의 모습으로 설 수 있게됨을 기쁘게 생각하며 조그만 이 기쁨을 함께 나누고 싶습니다. 무엇보다도 논문의 완성을 위해 구현의 디버깅을 도와주신 행진이형과 정희에게 감사를 드립니다. 그리고 대학원 선배님, 동료들, 옆에서 많은 도움을 주신 해양과학대학 행정실 선생님들과 조교 선생님 또한 외국어 교육관 행정실 선생님들께도 고마움을 전합니다.

고마운 마음들을 갖고 새롭게 시작되는 인생을 만들고 싶습니다. 그 동안 잊어버렸던 일들을 소중하게 다시 받아 안고, 마음이 가는 대로 욕심 없는 인생을 가지고 싶습니다. 다시 한번 저를 아는 모든 분들께 감사를 드립니다.

끝으로, 오늘 이 순간이 되까지 끝없는 사랑을 주신 부모님과 형님, 동생, 매제들, 그리고 나의 영원한 왕자와 공주인 조카들에게 이 작은 논문을 바칩니다.

1999년 12월 14일

연구실에서...

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY