

# TGIS 개념을 이용한 등온선 및 등염분선 예측시스템의 설계 및 구현

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

곽 호 영\*  
Ho Young Kwak

### 요 약

지리 정보시스템(GIS: Geographic Information System)은 공간상에 존재하는 지리 객체의 데이터를 수집, 저장하고 이를 분석, 가공하여 도시계획, 지적 관리, 산림 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.

시간지원(時間支援) 지리정보 시스템(Temporal GIS : TGIS)은 기존의 지리 정보시스템에 시간 개념을 확장하여 공간 정보 및 비공간 속성정보 뿐만 아니라 시간에 따른 객체의 변화를 표현하여 동적인 세계를 더욱 정확히 묘사하는 새로운 데이터베이스의 연구 분야이다.

본 연구에서는 이러한 TGIS에서 중복 데이터를 최소화하는 데이터베이스를 설계하고, 이러한 시간 개념을 둔 TGIS를 해양에 접목하여, 해양에서 일어나는 거의 모든 현상과 관계가 깊은 수온과 염분을 처리하는 방법을 제시하였다. 또한, 지금까지 관측된 데이터를 활용하여, 등온선과 등염분선을 그래픽으로 작성할 수 있는 시스템의 구현과 이 시스템을 통하여 등온선 및 등염분선을 예측할 수 있는 예측시스템을 구현하였다.

### Abstract

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 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. And the isotherm and isohaline forecast system implemented to support graphical tool.

## 1. 서 론

현재의 지리정보시스템은 사회가 발전하면서, 인간이 요구하는 서비스를 충분히 충족시키지 못

하고 있다. 그것은 현재의 지리정보시스템이 데이터베이스를 구축한 시간적 요소에 따른 이전의 상태 정보를 동적으로 가지고 있지 않고 정적으로 처리함으로써 현재의 좌표에서 과거의 데이터를 알 수가 없다는 것이다. 현재, 이러한 제한적 요소를 극복하기 위해 Temporal GIS(TGIS) 연구

\* 정회원 : 제주대학교 통신·컴퓨터공학부  
(kwak@cheju.ac.kr)

가 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 해양에서의 수온과 염분은 해양 생태계를 구성하는데 매우 중요한 요인이 된다는 사실을 인식하여 TGIS를 해양에서 일어나는 물리, 화학, 생태학적인 현상에 적용하여 예측시스템을 구현하였다.

따라서, 본 연구에서는 해양에서 일어나는 모든 현상에 막대한 영향을 미치는 수온과 염분의 데이터들을 데이터베이스로 구축하고, 이를 TGIS 기법을 적용하여 등온선 및 등염분선 예측시스템을 구현하였다.

지금까지의 해양 연구 결과는 수온 전선이 만나는 곳이 어장형성 가능성이 매우 높은 곳으로 나타나고, 또한 염분전선이 만나는 곳도 어장형성 가능성이 매우 높은 곳으로 밝혀졌다.

따라서, 본 논문은 기존의 수작업에 의한 등온선(等溫線) 및 등염분선도(等鹽分線圖) 제작을 TGIS를 통하여 손쉽게 할 수 있도록 하였으며, 수온과 염분 데이터에 시간적 요소를 첨가하여 데이터베이스로 구축함으로써 어장형성 예측이 가능한 시스템을 구현하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 등온선 및 등염분선

#### 1) 등온선 및 등염분선

등온선과 등염분선은 해양에서는 어장 형성과 수괴, 해류를 파악하는데 매우 중요한 요인이다. 따라서 어장 형성 과정, 수괴, 해류의 이동을 파악하기 위해서 제일 먼저 하는 것이 수온과 염분을 측정하는 것이다.

등온선은 기본 4개의 관측지점에서 수온의 분포를 선으로 작성하는 것이다. 등염분선도 등온선 작성 방법과 동일한 방법으로 작성한다. 작성하는 방법은 사람이 수작업으로 직접 그리는 경우가 있고, 프로그래밍언어로 작성하는 방법이 있다.

일반적으로 프로그램은 비교적 Fortran언어를 많이 사용하고, Fortran언어와 함께 Plot88이라는 응용 프로그램을 사용하여 등온선과 등염분선을 작성한다.

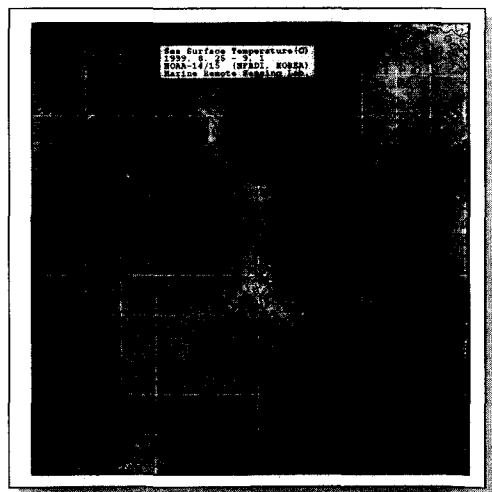
### 2) 등온선 및 등염분선 측정 방법과 작성

#### ① 계측기구를 이용하는 방법

CDT, STD 등 측정기를 이용하여 측정하는 것으로 이것은 수온, 염분, 밀도 등을 측정할 수 있는데, 측정된 데이터는 기기의 자체 프로그램에서 우리가 사용할 수 있는 데이터로 변환하여, MS-Excel, Lotus 등 여러 가지 데이터 처리 프로그램으로 분석 처리된다.

#### ② 인공위성을 이용하는 방법

인공위성을 이용하는 방법은 NOAA 인공위성에서 수신한 해수 표면 온도 분포를 영상 데이터를 이미지 프로그램을 이용하여 등온선과 등염분선을 작성한다. Fig 1은 국립수산진흥원 홈페이지(<http://www.nfrda.re.kr>)에서 제공한 영상으로서 NOAA 위성에서 영상을 받고, 그 영상으로 등온선과 등염분선을 작성한 것이다.



(그림 1) NOAA satellite picture

## 2.2 Temporal GIS

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 하는데 어려움을 준다.

TGIS는 연구대상 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 변화하는지를 보여준다. 이러한 데이터 형태의 접근이 가능하다면, 소프트웨어는 시간적 형태나 변화가 존재하는지를 평가할 수 있으며, 변화에 내재된 과정을 추측할 수 있게 된다. 선진국 천연자원 관리의 경우에 관심이 자원을 파악하고 개발하는 것으로부터 장기적 측면에서 환경의 생산성을 유지하려는 방향으로 바뀌고 있다.

## 2.3 시공간 데이터베이스

일반적인 GIS 모델에 시간 정보를 표현하기 위한 시공간 데이터베이스 모델은 스냅샷 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[16].

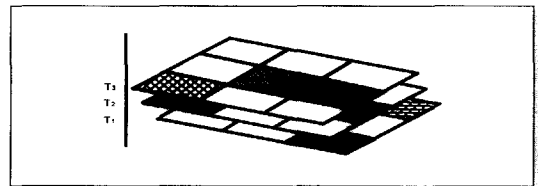
### 1) 스냅샷 모델

스냅샷 모델은 가장 단순한 모델로서 시간 흐름에 따른 현실 세계의 상태는 각각의 상태를 나타내는 개별적인 레이어 상에 표현된다. 독립적인

시간 스냅프를 가지는 이들 레이어는 공간 객체에 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 스냅샷 레이어 상에 동일 자료가 중복되어 표현되고 시간상의 변화가 명확하지 않다는 단점을 가진다[3,5]. 스냅샷은 시간  $T_1$ 에 무엇이 존재하는지 기술할 수는 있지만 시점  $T_1$ 와  $T_2$ 의 차이점을 찾아 낼 수는 없다. 따라서 시간 질의는 지원할 수 없거나 비효율적일 수밖에 없다.

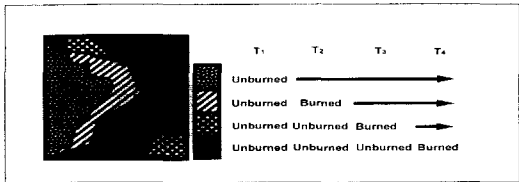


(그림 2) Snapshot Model

### 2) 시공간 복합 데이터 모델

시공간 복합 데이터 모델[5]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 식별자를 가지며 각각의 이력을 표현할 수 있다. 그러나, 이 모델도 인접한 객체들은 부분적이거나 전적으로 동일

한 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.



(그림 3) SpatioTemporal Complex Data Model

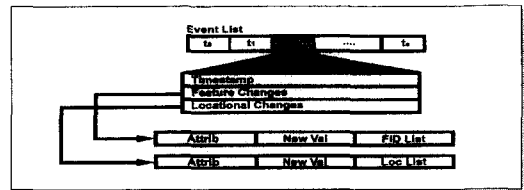
### 3) 사건지향 또는 시간 기반 데이터 모델

스냅샷 모델은 변화의 개별성을 구별하는 것과 데이터 집합에 대한 사건을 구별할 수 없다. 이를 해결하기 위한 방법은 사건을 명시적으로 표현하는 것이다. 일반적인 지리정보 시스템인 경우 데이터 집합에 대한 변화가 발생할 때마다 이를 트랜잭션 로그에 기록하는데, 이것 자체로서 시공간 시스템의 모든 정보를 제공할 수 있다.

Peuquet[4]는 레지스터 기반의 사건 지향적 시공간 데이터 모델(ESTDM:Event-oriented Spatiotemporal Data Model)을, 비공간 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 연결 리스트로 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 이력상태보다는 지도면의 최근 상태에 대해 더 많은 액세스가 이루어진다.

그러나, 이제까지 제안된 사건 기반 데이터 모델들은 기본적으로 도면의 최초 상태를 기본 도

면으로 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 방법의 연구가 필요하다.



(그림 4) Event-Oriented Data Model

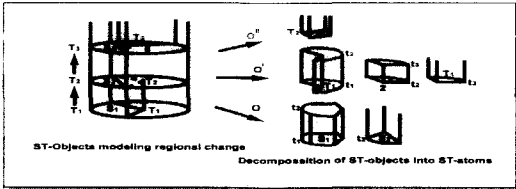
### 4) 객체 지향 모델(object-oriented data model)

객체 지향 모델은 동일한 객체의 모든 이력 버전을 하나의 단일 객체 내에 포함하게 하는 것이 가능하다[8]. 대부분의 객체지향적 GIS 모델은 시간이 1차원을 차지하는 3차원 또는 4차원적 공간 상에 추상 구조를 구성하는 방법을 이용한다.

Worboy[11]는 시공간 복합 모델을 3차원적 시공간 모델로 확장한 접근 방법 즉, (x, y, 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.

또다른 객체 지향적 시공간 모델은 Hamre에 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.



(그림 5) Object-Oriented Data Model

## 2.4 표준 데이터베이스로 TGIS 구현시의 문제점

TGIS는 표준 데이터베이스로 구현하기 어려운 측면을 가지고 있다.

예를 들면, 시간의 변화에 따른 개체의 변화를 일치시키는 방법, 데이터베이스의 변화와 함께 물리적 세계의 변화를 일치시키는 방법, 그리고 속성 값에서 시간을 파악하는 방법 등에서 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

- 똑같은 개체로서 변화하는 개체를 인식시키는 데에 TGIS의 기본적 어려움이 있다.
- RDBMS의 응용을 통하여 TGIS 구현을 시도하고 있으나 이 또한 제한성을 갖고 있으며, 객체지향 DBMS로의 새로운 접근이 시도되고 있는 실정이다.
- 개체가 갖고 있는 entity의 변화를 신·구 entity가 동시 존재하는 상황에서 구현하기가 어렵다.
- 다양한 시간을 나타내는 개념이 존재하므로 TGIS를 표준 데이터베이스화하기가 쉽지 않다.

## 3. 등온선 및 등염분선 예측시스템의 설계

등온선 및 등염분선 예측 시스템은 다음과 같이 구성이 된다.

- ① 객체지향 데이터 모델
- ② 중복 데이터 처리
- ③ 등온선 및 등염분선 예측시스템 사용자 인터페이스

터페이스

- ④ 등온선 및 등염분선 예측시스템 데이터의 추가 및 갱신
- ⑤ 등온선 및 등염분선 예측시스템 사용

### 3.1 객체지향 데이터 모델

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 표 1과 같은 객체를 생성하고, 메소드들을 갖는다.

### 3.2 중복 데이터의 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.

그림 6는 중복 데이터 처리 방안을 나타낸 그림으로 새로운 데이터가 들어오면 SQL 질의 구문인 "Insert into" 구문에 의해서 레코드가 형성되는데, 새로 생성되는 레코드가 Unique한지, Unique하지 않은지를 판단한다.

(표 1) Object and method generation for forecast system

Position	좌표(경도, 위도)객체
makePosition	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

(표 2) Temperature primary key table

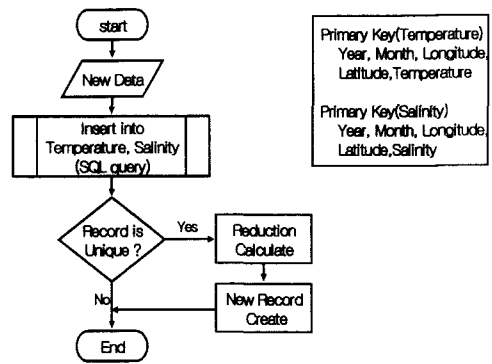
Index	필드이름	데이터 형식	설 명
	Year	문자열	측정년도
✓	Month	문자열	측 정 월
✓	Longitude	문자열	경 도
✓	Latitude	문자열	위 도
✓	Depth	숫 자	수 심
✓	Temperature	숫 자	온 도

(표 3) Salinity primary table

Index	필드이름	데이터 형식	설 명
	Year	문자열	측정년도
✓	Month	문자열	측 정 월
✓	Longitude	문자열	경 도
✓	Latitude	문자열	위 도
✓	Depth	숫 자	수 심
✓	Salinity	숫 자	염 분

Unique하다는 것은 중복되는 데이터가 아니기 때문에 변화량 값을 계산하고 새로운 레코드를 생성시킨다. 하지만 Unique하지 않다는 것은 중복

되는 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 표 2와 표 3처럼 구성되어 있다.



(그림 6) Process method of duplication data

그림 7은 Index에서 동일한 위도, 경도에서 동일한 수온과 염분 값이 들어왔을 경우 데이터의 중복을 제거하기 위해 에러를 발생시키면서 데이터베이스에 삽입되지 않도록 하는 구문구조를 보인 것이다. 이때 발생된 에러는 무시구문 "On Error Resume Next"에 의해 다음 구문을 실행하게 하였다.

```

If i = 0 Then
  On Error Resume Next
  mTable.AddNew

  mTable("Year") = mYear
  mTable("Month") = mMonth
  mTable("Day") = mDay
  mTable("Longitude") = mLongitude
  mTable("Latitude") = mLatitude
  mTable("Depth") = Val(Trim(Mid(mString, 1, 5)))
If ConvertItem = 1 Then
  mTable("Temperature") = Format(Trim(Mid(mString, 8, 5)), "00.0")
Else
  mTable("Salt") = Format(Trim(Mid(mString, 14, 6)), "00.0")
End If
  mTable.Update
  
```

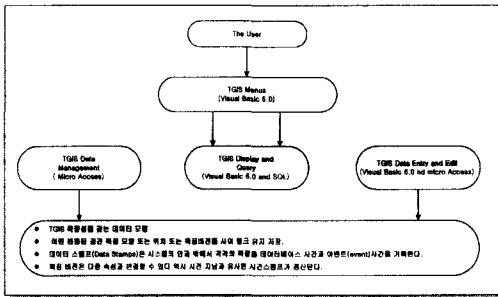
(그림 7) Error Generation Syntax

그림 7 구문에서 *i*는 Index 값을 말하고 있다. Index는 동일한 수온, 염분이 들어왔을 때, 에러를 발생하면서 Index는 0으로 setting된다.

### 3.3 등온선/등염분선 예측시스템 사용자 인터페이스

TGIS는 사용자 인터페이스 안에서 조직화되고 구현된다. 각각의 TGIS 기능들은 하나의 도구로 구성되어 있다. 각각의 도구는 하나 또는 그 이상 사용자가 서로 상호 작용할 수 있도록 메뉴로 만들었으며, 이러한 인터페이스를 Visual Basic 6.0 과 Microsoft Access, SQL 등을 가지고 인터페이스를 구축하였다.

그림 8은 사용자 인터페이스를 구성하는 것을 보여주고 있다.



(그림 8) The relationships between the TGIS user and the TGIS components.

### 3.4 등온선/등염분선 예측시스템의 데이터 추가 및 갱신

#### 1) 추가 및 갱신

데이터의 갱신은 시간의 경과를 일으킬 때, 관측지점이 새로 입력되었을 때, 또는 데이터의 변화를 일으킨 상태가 되었을 때, 새로운 filed를 만들어서 추가하고 갱신한다.

#### 2) 원본 데이터의 삭제

데이터의 삭제는 완전하게 새로운 버전이 추가

되었거나, 또는 부분 수정(partial modification), 회전(rotation), 이동(movement) 등처럼 데이터가 추가되었다면 원본(original) 데이터는 삭제된다.

### 3.5 등온선 및 등염분선 예측시스템의 사용

등온선과 등염분선 예측시스템을 구축하는 데에는 다음과 같은 어려움이 있다.

#### ① 관측지점에 따른 데이터의 변화

해양에서의 등온선과 등염분선을 관측하기 위해서는 기본적으로 4개의 관측지점이 필요하게 된다. 따라서 관측지점이 항상 같은 관측지점에서 관측해야 한다는 어려움이 있다.

#### ② 데이터의 변화가 심하다.

수온과 염분의 변화는 계절적 및 주변 환경에 따라 많은 변화량을 갖는다. 그리고 이러한 변화량을 실시간으로 전송, 데이터베이스로 구축하기 매우 힘들다.

#### ③ 대용량 데이터 저장 장치의 필요

데이터 변화 폭이 매우 넓기 때문에 실시간으로 변화 폭을 계속해서 측정해야 한다. 이렇게 측정된 데이터는 저장 장치에 저장되어야 하기 때문에 대용량 저장 장치가 필요하게 된다.

위와 같은 어려움이 있기 때문에 본 논문에서는 다음과 같이 두 가지 사실을 가정하고 시스템을 구축하였다.

첫째, 데이터 변화량이 미미하게 일어났다는 것을 가정한다. 본 논문에서 시스템을 구축하는데 사용한 데이터는 '국립수산진흥원(KODC)' 홈페이지에서 제공해준 데이터로 구축하였다. 데이터들은 월별로 저장되어 있기 때문에 데이터 변화 폭이 크다. 따라서 데이터가 수정되는 것을 보여 줄 수가 없다. 그래서 본 논문에서는 미미한 데이터 변화가 일어나는 것으로 가정하였다. 두 번째는 동일한 관측지점에서 관측한 것으로 가정한다. 관측지점이 다를 경우 데이터 변화가 일어난다.

따라서 동일한 관측지점에서 관측한 것으로 가정하였다.

## 4. 예측시스템의 구현

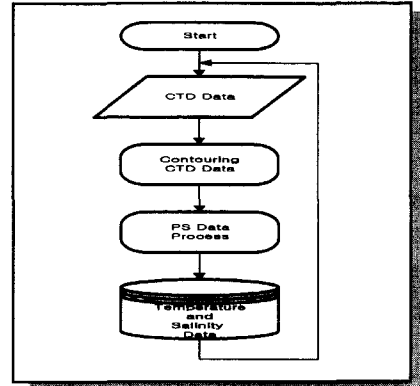
### 4.1 구현 환경

본 연구를 구현하기 위한 시뮬레이션 환경은 OS는 MS-WINDOWS 98, 사용하고 프로그래밍 언어는 MS Visual Basic 6.0과 Microsoft Access, SQL 등을 사용했고, IBM-PC PentiumIII를 이용했다.

등온선 및 등염분선 예측 시스템은 다음과 같이 이루어진다.

- ① 파일변환(Convert file)
- ② 처리과정(Processing)
- ③ 평가(Evaluation)
- ④ 그래픽 보기(Graphic View)

단계의 변환 과정을 한번의 클릭으로 실행되도록 구현하였다. 그림 9는 데이터 파일을 변환하는 과정을 시스템 순서도로 보여주고 있다. 그리고 그림 10은 본 논문에서 사용하는 데이터 변환 인터페이스를 보여 주고 있다.



(그림 9) Flowchart of Data Conversion

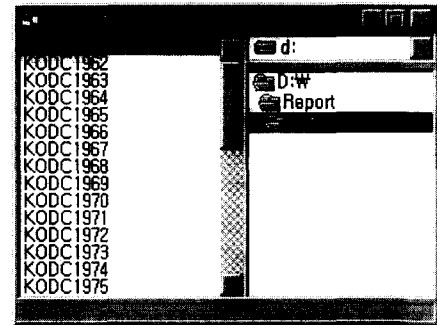
### 4.2 파일 변환(File Conversion)

현재 해양관련 연구소 및 학과에서는 수온과 염분을 측정할 때에 CTD(Conductivity Temperature Depth : 전기전도도 수온염분 측정기)라는 측정기로 수온 및 염분을 측정하고 있다. 이 CTD로 측정된 데이터를 시스템에서는 한번의 변환을 걸친 후 시스템에서 사용할 수 있는 데이터로 변환시킨다. 즉, CTD의 데이터를 자체에서 Hex 파일로 기록하는 것이다. 그리고 자체 프로그램에서 CNV 파일로 다시 한 번 데이터를 변환시키고, Contouring 프로그램에서 Contouring을 해서 다시 좌표 값으로 변환한다. Contouring은 Laplacian 과 spline의 조합 공식을 기초로 하여 등온선 및 등염분선을 작성한다.

(공식)

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

본 연구에서 구현한 시스템은 위와 같은 여러



(그림 10) Conversion of Temperature Data

### 4.3 데이터 처리

본 시스템에서는 데이터의 프로세싱은 다음과 같은 순서로 이루어진다.

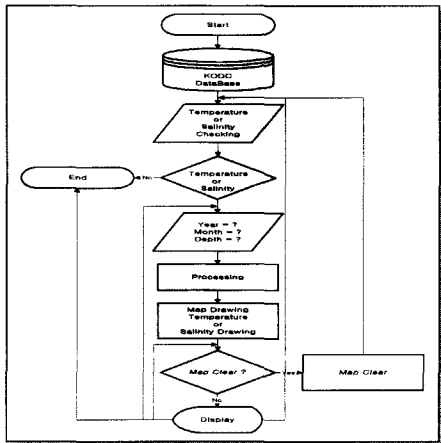
- ① 사용자가 보고자 하는 수온 또는 염분을 선택한다.
- ② 사용자가 보고자 하는 연도(Year), 월(Month), 수심(Depth)을 선택한다.
- ③ 선택한 데이터를 식별하기 위해서 색(Color)을



선택한다.

- ④ 프로세싱을 선택한다.
- ⑤ 지도(Map)를 초기화시킨다.

다음 그림 11은 데이터 처리과정 알고리즘을 보여 주고 있다.



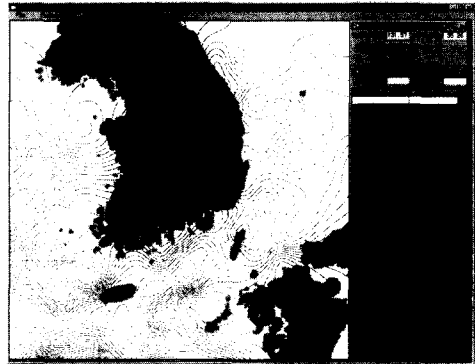
(그림 11) Flowchart of Integration Algorithm

### 1) 등온선 디스플레이

그림 12은 1996년 8월 수심 50m의 수온 데이터를 디스플레이를 한 것이다.

### 2) 등염분선 디스플레이

그림 13은 1996년 8월 수심 50m의 염분 데이터를 디스플레이를 한 것이다.



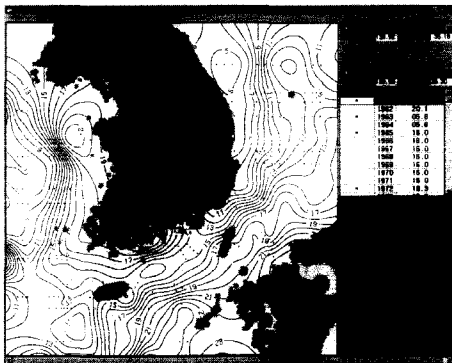
(그림 13) August, 1996. Salinity(%)

## 4.4 등온선 및 등염분선 디스플레이

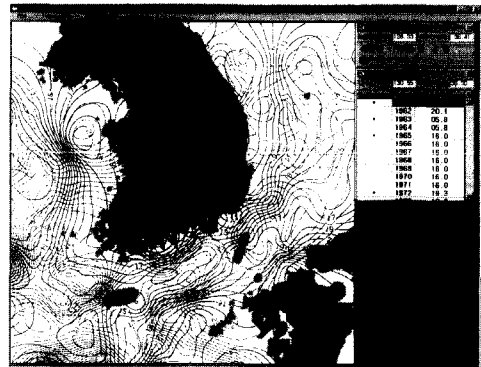
본 논문에서는 수온과 염분을 분석하여 수온전선과 염분전선이 생기는 곳을 디스플레이 함으로써 누구나 손쉽게 분석할 수 있도록 하였다. 1996년 8월 50m의 수온과 염분을 동시에 디스플레이 할 수 있도록 하였다.

### 3) 등온선 및 등염분선 overlay

그림 12 등온선과 그림 13 등염분선을 overlap을 해서 도면을 작성한 것이 그림 14이다. 이렇게 두 지도를 overlap을 시켜 수온과 염분 그래프를 한번에 보여질 수 있도록 하였다. 그리고, 마우스 커서로 관측지점을 클릭하면 지금까지의 관측지점에서 관측된 데이터를 보여줄 수 있도록 하였다.



(그림 12) August, 1996. Temperature(°C)



(그림 14) Overlay View of Temperature and Salinity

### 4.5 평가 (Evaluation)

등온선 및 등염분선 예측시스템의 평가는 현재 까지 구축된 데이터로 등온선 및 등염분선을 예측하는 것으로, 예측방법은 다음과 같은 방법을 사용하였다. 기상이변을 제외한 상온에서는 수온 및 염분선은 표층에서 많은 변화를 일으키지만 심층으로 갈수록 그 변화는 거의 일정하다. 따라서 같은 수심에서는 계절적인 변화량은 그다지 큰 변화량을 볼 수 없다. 그래서 동일한 수심에서 수온 및 염분 변화량을 시간경과에 따른 변화량을 데이터베이스로 구축하여 현재 관측된 수온과 염분 데이터를 같이 제공하는 것이다.

아래의 표 4처럼 1996년 1월과 2월, 2월과 3월과 같이 각 월별로 변화량을 조사하고, 각 월별 변화량에 동일한 관측지점에서 관측된 데이터와 변화량을 매칭시킴으로써 관측된 다음 달의 수온과 염분도를 예측하는 것이다. 이러한 예측은 약간의 오차가 일으킬 수 있는데, 그것은 수온과 염분은 주변의 환경, 즉, 해류의 변화, 태풍, 장마, 육수의 유입 등, 같은 요인으로 수온 및 염분이 변화량을 좌우할 수 있다.

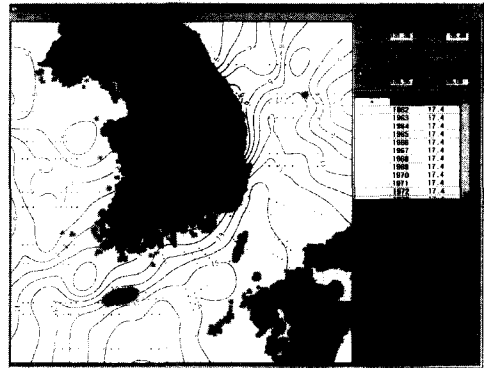
(표 4) Data change Value by Every Month

1966년 1월 (125.00m, 32.00°)		1966년 2월 (125.00m, 32.00°)		1966년 2월 변화량 (125.00m, 32.00°)	
수심	온도	수심	온도	수심	온도
0	15.5	0	15.9	0	0.4
10	15.3	10	15.6	10	0.3
20	15.1	20	15.5	20	0.4
30	15.0	30	15.4	30	0.4
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

1966년 2월 (125.00m, 32.00°)		1966년 3월 (125.00m, 32.00°)		1966년 3월 변화량 (125.00m, 32.00°)	
수심	온도	수심	온도	수심	온도
0	15.9	0	17.0	0	1.1
10	15.6	10	16.8	10	1.2
20	15.5	20	16.6	20	1.1
30	15.4	30	16.4	30	1.0
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

그림 15는 1995년 3월까지의 데이터 변화량을 가지고 1995년 4월의 등온선 및 등염분선을 예측한 것이다. 예측한 결과 실제 1995년 4월 등온선과 등염분선 분포가 일치하는 것으로 나타났다.



(그림 15) Result of Expected Map by Data Evaluation

### 4.6 그래픽 보기(Graphic View)

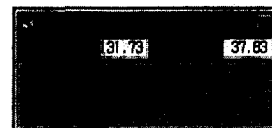
그래픽 보기(Graphic View)는 다음과 같이 구성되어 있다.

#### 1) Situation Information

현재 디스플레이를 한 연도(Year), 월(Month), 수심(Depth) 등을 표시하여 준다.

#### 2) Determination Temperature

사용자가 원하는 월별, 연도 및 수심별로 예측된 수온 데이터베이스를 보여주고 현재 데이터베이스에 저장된 것과 예측한 데이터를 보여준다.



(그림 16) Situation Information

1962	17.4
1963	17.4
1964	17.4
1965	17.4
1966	17.4
1967	17.4
1968	17.4
1969	17.4
1970	17.4
1971	17.4
1972	17.4
1973	17.4

(그림 17) Determination Temperature data

### 3) Determination Salinity

사용자가 원하는 월별, 연도별 및 수심별로 예측된 염분 데이터베이스를 보여주고 현재 데이터베이스에 저장된 것과 예측한 데이터를 보여준다. 그림 16과 그림 17은 Situation Information과 Determination 을 보여주고 있다.

### 4) 성능(Performance)

TGIS나 GIS를 구축하는 데에는 많은 데이터가 요구되며, 따라서, 저장장치 또한 대용량의 장치가 요구된다. 이와 같은 단점을 보완하기 위해 여기에서는 실제 사용되는 데이터베이스를 구축할 때 중복된 데이터를 위해 따로 테이블을 생성하여 저장하게 하였다. 이렇게 함으로써 중복되는 데이터는 하나의 데이터로만 존재하게 하고, 등온선과 등염분선을 디스플레이 할 때만 평가하여 사용하게 함으로써 데이터베이스 용량을 줄일 수 있게 된다. 그림 18은 데이터베이스로 구축된 부분과 실 데이터 부분으로 표현하고 있다.



(그림 18) Data Performance

■ data of database , ■ real data

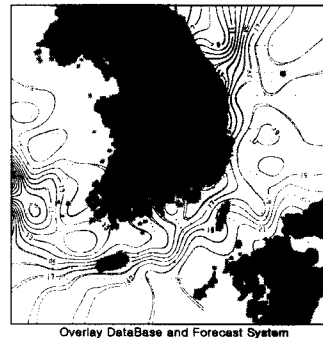
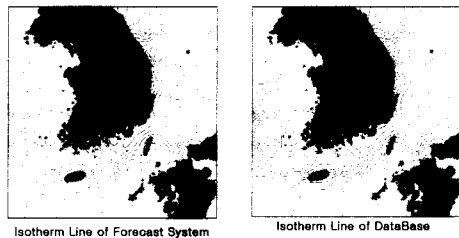
## 5. 비교 분석

그림 19, 20, 21은 1990년 11월, 1993년 1월, 1995년 7월 등, 수심 50m에서 구현된 등온선 및 등염분선 예측시스템을 이용하여 도면을 작성한 것과 실제 데이터를 처리하여 등온선과 등염분선을 작성한 것을 비교한 것이다.

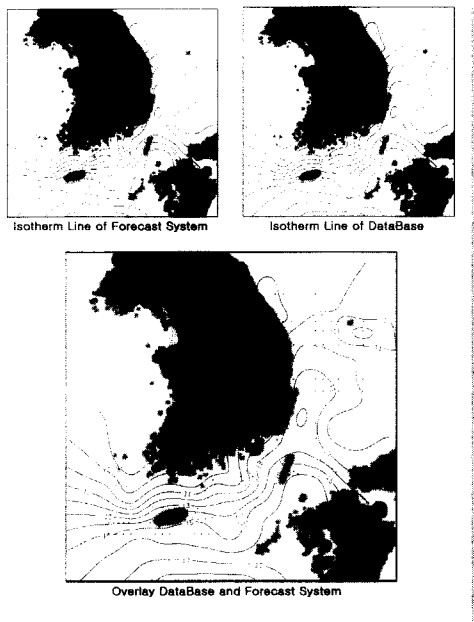
그림 20은 예측시스템과 실제 데이터를 처리한 것과 비교했을 때 거의 닮은 형태의 등온선 모양을 보이고는 있지만 정확하게 일치하지 않고 있는 약간의 오차가 발생하는 것을 볼 수 있다.

그림 21은 등온선과 수온분포가 정확하게 일치하는 것을 볼 수 있다. 등온선 모양뿐만 아니라 실제 데이터 분포 모양도 같다. 그림 22는 그림 20보다는 적은 오차를 보이고 있다.

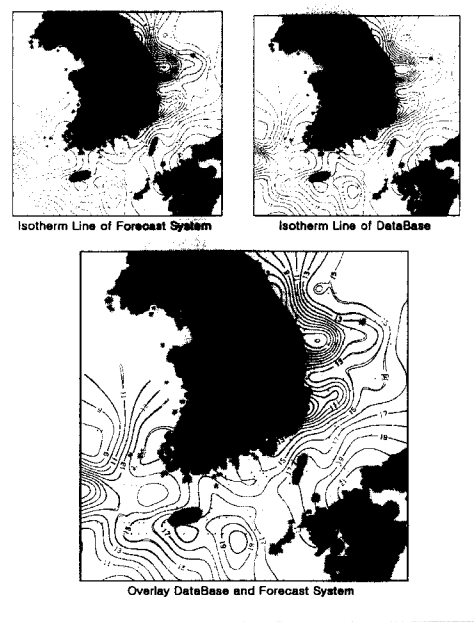
본 시스템에서 약간의 오차가 발생하는 것은 여러 가지 원인이 있겠지만 몇 가지로 압축할 수 있다.



(그림 19) Isotherm line (1990. 11. 50m)



(그림 20) Isotherm line (1993. 01. 50m)

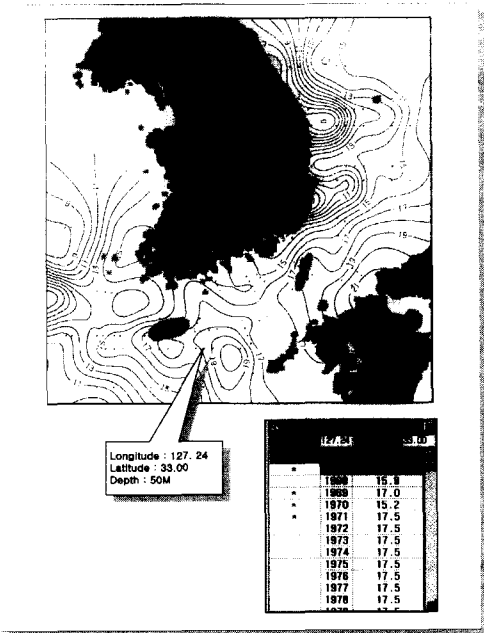


(그림 21) Isotherm line (1995. 07. 50m)

첫 번째 실제 축적으로 그려진 지도와 현재 예측시스템에서 사용하는 지도 축적의 문제로 약간 오차가 발생하는 것으로 생각된다. 두 번째 수온과 염분이 시간경과에 따른 변화량이 일정하지 않다는 것이다. 예를 들면, 관측하는 시점에서 장마로 인한 해수에 육수 유입으로 수온과 염분변화에 커다란 영향을 줄 경우이다. 세 번째는 관측지점 수와 관측지점의 불일치이다. 본 등온선 및 등염분선 예측시스템에서 사용한 데이터가 국립수산진흥원 웹사이트(<http://www.nfrda.re.kr/>)에서 제공한 데이터로, 1991년 3월 50M을 측정한 관측지점 수와 등온선 및 등염분선 예측시스템에서 사용한 1991년 3월 50M 관측지점 수의 차이와 관측 지점이 다를 경우 발생하는 오차이다. 즉, contouring을 할 경우 관측지점 수가 6개인 경우와 10개인 경우는 등온선 및 등염분선이 다르게 나타난다.

이런 오차를 최소화시키기 위해서는 동일한 관측지점 수와 고정된 관측 지점이 필요하다. 따라서 본 시스템에서는 이런 오차를 최소화시키기 위해, 관측지점에 따라 수온 및 염분 분포 데이터 테이블을 작성해서 사용자가 관측지점을 선택했을 경우 관측지점의 수온과 염분을 보여줌으로써 오차를 최소화시키는 방법을 모색했다. 그림 22는 관측지점(Longitude : 127.44, Latitude : 33.00, Depth : 50M)을 선택했을 경우 수온과 염분 데이터 테이블을 보여 주고 있다.

이상에서 본 바와 같이 본 시스템은 예측 능력이 양호한 것으로 판단된다. 해양에서의 수온과 염분변화는 매우 불규칙한 상태이다. 따라서 해양에서 수온과 염분을 변화시키는 요인들을 분석하여 본 시스템에 추가했을 경우 보다 높은 수온 및 염분 예측 능력을 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.



(그림 22) Temperature Data Table

## 6. 결론

현존하는 지리정보 시스템들은 지리정보를 순수한 공간상의 정보로만 취급하여 시간에 따른 공간 데이터의 변화를 가볍게 취급하였다. 그러나 실제의 객체는 끊임없이 변화하며 객체의 변화 정보를 표현해야 하는 많은 응용 프로그램들의 필요성이 대두되고 있다.

시간에 따라 변화하는 속성들을 표현하는데 많은 어려움이 있다. 우선 수온과 염분 등을 실 데이터를 얻는데 많은 어려움이 있다. 어떻게 보면 수온과 염분 등의 실 데이터를 시간단위, 또는 일 단위 등, 시간변화의 연속성 문제 등이 등온선 및 등염분선 예측시스템을 구축하는데 해결되어야 할 문제들이다.

특히, 염분의 변화량은 그다지 심한 변화를 일으키는 요소는 아니지만 수온은 시간 및 주위 환경에 매우 많은 변화를 일으킨다. 따라서 데이터를 추출하는데 많은 어려움이 있다. 이러한 실 테

이터를 실시간으로, 즉 인공위성을 이용한 표층 수온 및 염분 영상 제공과 연속적인 실 데이터를 전송할 수 있는 부표를 사용한다면 실시간으로 등온선 및 등염분선 예측한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서 구현된 등온선 및 등염분선 예측시스템은 다음과 같은 장점을 가지고 있는 것으로 평가된다.

- 기존의 수작업 형태에서 컴퓨터 그래픽 처리로 전환됨에 따른 신속성 증가
- 시간에 따른 데이터를 데이터베이스에서 관리함으로써 미래의 상황 예측 가능성 제시
- 염분과 온도를 오버래핑하여 나타냄으로써 보다 합리적인 예측 가능성 제시
- 시간에 의존적인 데이터의 중복을 제거하여 데이터베이스의 데이터 양을 최소화

본 연구의 결과로 얻어진 예측시스템은 어장형성정보와 기상정보를 추가하여 보다 실질적인 예측시스템으로 발전시켜야 하는 것이 향후의 연구이며, 그와 같은 시스템이 되기 위해서는 우선 수온과 염분을 원격지에서 실시간으로 관측할 수 있는 관측장비를 개발하고, 관측장비와 시스템을 연결하는 인터페이스, 데이터 처리를 위한 데이터베이스 모델도 같이 연구되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] C. A. Davis Jr., Object-Oriented GIS in practice, Proc. of URISA, pp. 786-795, 1994.
- [2] J. T. Candy, "Development of a prototype temporal geographic information system". Simon Fraser Univ. master's thesis, 1995,
- [3] Donna J. Peuquet and Miu Duan, An event-based spatiotemporal data model(ESTDM) for temporal analysis of geographic data, Int.

- Journal of Geographic Information systems, 9(1), 1995.
- [4] Donna Peuquet and Liujin Qian, 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, 1996.
- [5] G. Langran and N. R. Chrisman. A framework for temporal geographic information, *Catographica*, 25(3), pp.1-14, 1988.
- [6] G. Talens, C. Oussalah and M. Colinas, Versions of Simple and Composite Objects, in Proc. Int'l Conf. on Very Large DataBases. pp. 62-72, 1993.
- [7] Hazelton, N.W.J., 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 and Mapping), pp. 303-313, 1992.
- [8] Leslie David Montgomery, Temporal geographic information systems technology and requirement: we are today, Master's thesis, the Ohio State Univ, 1995.
- [9] M. Egenhofer and A. Frank. Object-Oriented Modeling for GIS, *Journal of URISA* 4(2): pp. 3-19. 1992.
- [10] M. Yuan. "Temporal GIS and Spatio-Temporal Modeling." 3rd International Conference/Workshop Integrating GIS and Environmental Modeling. Jan 21-25, 1996.
- [11] M. F. Worboys, GIS: A Computing perspective, Taylor & Francis pub, 1995.
- [12] Ross, J., 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, 1985.
- [13] 강병극, 백주연, 이성중, 류근호 시간과 버전을 지원하는 객체 지향 모델의 통합, 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, 제3권 제2호, 1996.
- [14] 강병극, 백주연, 김상호, 이성중 및 류근호. GIS를 위한 시공간 데이터베이스 모델과 연산자 정의 및 설계, 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문집, 제4권 제1호, 1997.
- [15] 김상현, 제주해협의 갈치어장 형성기구에 관한 연구. pp. 1995.
- [16] 백주연, 이성중, 주영도 및 류근호. 지리정보 시스템에서의 객체 이력지원, 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제24권 제2호, 1997.
- [17] 유근배, "지리정보론", 1990.
- [18] 이성중, 이종연, 류근호. 시간지원 지리정보 시스템의 단일 시간 버전 모델, 정보과학회지. 1997.

## ● 저 자 소 개 ●



### 곽 호 영

1983. 2 홍익대학교 전자계산학과 이학사  
 1985. 2 홍익대학교 대학원 전자계산학과 이학석사  
 1991. 2 홍익대학교 대학원 전자계산학과 이학박사  
 1990. 3-현재 제주대학교 공과대학통신·컴퓨터공학부 전임강사 - 조교수 - 부교수  
 관심분야 : 프로그래밍 언어론, GIS, 멀티미디어, 객체지향 프로그래밍