

4

028-63

7 9217

碩士學位論文

地理情報시스템에서 境界線 調査를  
利用한 單位圖面 併合



金正熙

1996年 12月

# 地理情報시스템에서 境界線 調査를 利用한 單位圖面 併合

指導教授 郭 鎬 榮

金 正 熙

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

1996年 12月



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

金正熙의 工學碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

濟州大學校 大學院

1996年 12月

# Integration of Map Units Using the Boundary Line within a GIS

JeongHee Kim

(Supervised by professor HoYoung Kwak)



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

1996. 12.

# 목 차

Summary .....	1
I. 서 론 .....	2
II. 관련 연구 .....	4
1. 지리 정보 시스템의 개념 .....	4
2. 특징과 데이터 모델 .....	6
3. 데이터의 통합 .....	13
4. 병합 시스템의 기능 분석 .....	17
III. 단위 도면 병합 시스템 모델링 .....	23
1. 위상 생성 .....	23
2. 객체 정보 prototype .....	24
3. 단위 도면 객체 모델링 .....	28
4. 병합 시스템 모델링 .....	30
5. 데이터베이스 관리 시스템 모델링 .....	32
IV. 설계 및 구현 .....	34
1. 구현 환경 .....	34
2. 기본 구조 .....	34
3. 모듈의 기능 .....	34
VI. 결과 및 고찰 .....	49
VII. 결 론 .....	52
참고 문헌 .....	54

## Summary

In general, the GIS(Geographic Information System) map data consists of a large amount of informations by its nature, so it is very complex and difficult to process the map data as a whole. If we can process the map data by units, it is able to make the problem straight forward and easy, the efficiency of the system would be increased, and it also overcomes the limitation of the input device systems.

In this paper, we proposed a divide and conquer method to overcome the problems. For this purpose, we resolved the GIS map data by hierarchical structured units and database management system. For the integration of the spatial data of the Map-Units, we designed a integration algorithm and system using the topology data model(TDM).

The proposed algorithm could provide an extensibilities to the GIS by giving the integration ability to the system.

# I. 서 론

최근 컴퓨터 기술이 급격하게 발달함에 따라, 지리 정보 시스템 (Geographic Information System : GIS)은 공간을 다루는 학문 분야에 많이 이용되고 있다. 이것은 지리 정보 시스템이 공간상의 정보들을 다양한 조건들과 사용자가 원하는 형태에 맞게 신속하게 처리할 뿐만 아니라 텍스트와 그래픽 이미지를 출력하는 기능을 제공해 주기 때문이다(R G Healey, 1991; 과학기술처, 1993; 유, 1990).

지리 정보 시스템은 일반 텍스트 기반의 시스템과는 달리 지도상의 데이터를 위치와 속성으로 구분하여 관리한다(Jone C, 1991; 유, 1990). 그리고 지리 정보 시스템과 관련된 연구들을 살펴보면, 위치와 속성 데이터의 통합에 관한 데이터베이스 구축 방안(이 등 1995), 위치 정보를 표현하는 위상 관계 모델(G.H. Kirby, 1989; M.F. Worboys, 1993), 또는 공간 질의 기법(김 등 1995)들이 연구되었으며, 지리 정보 시스템이 처리하는 데이터 양의 방대함에 따라 지도상의 데이터를 특정 영역으로 분할하여 처리하는 분할 기법과 이렇게 분할된 영역들을 다시 하나로 합쳐주는 병합 기법(오, 1995)에 대한 연구들도 이루어져 왔다.

본 연구는 지도 데이터에 대한 위상 데이터 모델을 생성한 후 생성된 데이터를 가지고 단위 도면 경계와 만남 여부를 판단하여 병합을 수행하는 기존의 병합 방법을 개선하는데 있다. 따라서 위상 데이터 모델의 전처리 과정을 도입하여 병합에 필요한 정보를 구축한 후 구축된 정보를 이용하여 경계선 조사를 실시하고 병합하는 병합 기법을 제안한다. 이에 따라 본 연구에서

는 위상 데이터 모델 생성과정에서 노드(node)의 위치를 나타내는 정보를 추가로 얻고 해당 단위 도면의 경계선과의 만남 여부를 조사하여 병합을 수행하게 된다.

지리 정보 시스템에서 병합의 중요성은 공간 자료 입력기의 성능과 대용량의 데이터로 인해 지도 자료를 특성과 영역별로 분할 입력함이 시스템 성능에 효율적이기 때문이다. 위와 같이 대량의 정보를 하향식(top-down) 방식으로 분할하여 관리해야 한다면 적절한 응용에 필요한 정보를 얻어내기 위해 필요한 단위 도면을 병합해 줄 수 있는 병합 기법이 반드시 존재해야만 한다. 또한 효과적이고 정확한 정보 시스템을 위해서라도 잘 정의된 병합 정책과 분할 정책은 지리 정보의 특성에 따라, 그리고 그 시스템이 사용하고 있는 데이터 모델에 따라 설계되어야 한다.

본 연구에서는 단위 도면으로 나누어 관리되고 있는 지리 정보들을 효과적으로 병합해 주기 위한 개념적 요소들을 조사 분석하고 실제 병합을 위한 알고리즘을 제안하고 구현하였으며 구현 결과 병합 과정 중 경계선 조사에 소요되는 시간은 경계선 조사에 사용될 노드의 위치 정보가 위상 관계 생성 시 미리 구축되기 때문에 병합 시간을 크게 줄일 수 있었다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서는 지리 정보 시스템의 개념과 관련 연구에 대해 기술하고 III장에서는 단위 도면 병합 시스템을 모델링하며 IV장에서는 단위 도면 병합 모듈과 공간 자료의 병합 알고리즘을 설계·구현하였고, V장에서는 병합 시스템의 결과 및 고찰을 기술하였으며, 끝으로 VI장에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시하였다.

## II. 관련 연구

### 1. 지리 정보 시스템의 개념

지리 정보 시스템(Geographic Information System : GIS)은 사용자나 연구하는 기관에 따라 다양하게 정의되고 있다. 또한 GIS 시스템이 설치된 곳마다 나름대로의 고유한 시스템 명칭을 가지고 있어서 GIS를 정의하는데 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 데이터 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 정보 시스템의 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 해야 할 지역의 선택이라든가, 유해물 처리장의 영향을 분석하는 경우 등을 예로 들 수 있다.

따라서 지리 정보 시스템은 인간의 의사 결정 능력을 향상시켜주고 그에 따른 데이터의 관찰과 수집, 저장, 분석에서부터 의사 결정 과정에서 분석된 정보의 사용에 이르기까지 일련의 조작을 정보 시스템이라 하고, 이 정보 시스



템을 기초로 하여 실세계의 공간 참조 데이터 및 지리적인 좌표값에 대한 자료를 다루기 위해 설계된 정보 시스템 및 데이터베이스 시스템을 지리 정보 시스템이라 정의한다(유, 1990).

Table 1. Various appellations of GIS

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ terms about the object of treatment           <ul style="list-style-type: none"> <li>· Cadastral Information System</li> <li>· Multi Purpose Cadastre</li> <li>· Urban Information System</li> <li>· Land Data System</li> <li>· Land Information System</li> <li>· Soil Information System</li> <li>· Natural Resource Management Information System</li> <li>· AM/FM (Automated Mapping and Facilities Management)</li> <li>· Environment Information System</li> <li>· Multi Purpose Geographic Data System</li> <li>· Planning Information System</li> </ul> </li> <li>▶ terms about data feature to process           <ul style="list-style-type: none"> <li>· Image Based Information System</li> <li>· Geographically Referenced Information System</li> <li>· Spatial Data Handling System</li> <li>· Geo-Information System</li> <li>· Spatial Information system</li> </ul> </li> <li>▶ terms about decision support system           <ul style="list-style-type: none"> <li>· SDSS (Spatial Decision Support System)</li> <li>· DSS (Decision Support System)</li> </ul> </li> </ul> |
|--|

## 2. 특징과 데이터 모델

### 1) 지리 정보의 특징

지리 정보 시스템은 실세계의 지리적 객체들을 공간 정보와 속성 정보로 구분하여 다룬다. 여기서 공간 정보는 표현하기 위한 해당 객체의 공간적 위치를 말하며 속성 정보는 그 객체의 특성(성질)을 말한다. 따라서 일반적인 정보들과 비교될 때 지리 정보는 그 범위나 정확도에 따라 매우 많은 양의 자료가 되며, 사용되는 자료의 종류 또한 다양하다. 그리고 지리 정보를 취득하는데 시간과 비용이 많이 소요된다. 그러므로 지리 정보 시스템에서 원하는 정보를 얻고자 할 때는 필요한 자료에 대한 종류, 정확도, 획득 방법 등에 대하여 정확히 파악하고 있어야 한다(과학기술처, 1993).

하나의 정확한 정보 시스템을 구축하기 위해 지리 정보 시스템은 공간 정보(spatial data)와 속성 정보(attribute data), 위상 정보(topology data)들을 일관성 있게 서로 연결하기 위한 정책들이 필요하다. 그리고 지리 정보 시스템은 응용 분야마다 서로 다르게 수집된 정보들을 재사용하기 위한 데이터간 변환 기법들도 가져야 한다. 이외의 다양한 종류의 데이터를 처리해야하기 때문에 지리 정보 시스템이 갖는 기능의 수는 많다. 하지만, 현재까지 지리 정보 시스템이나 데이터베이스 시스템은 질의 처리나 공간 선택의 효율을 위한 색인 기법들에 대해서 활발한 연구가 있어 왔지만 자료들의 병합에 관한 연구는 별로 이루어지지 않았다(김 등 1995).

따라서 본 연구는 넓은 영역에 걸쳐 분포하는 지리 정보들을 처리하기 쉬운 크기로 나누어 관리하고 사용자가 필요한 데이터를 요구할 때 참조되는 자

료들을 병합하여 사용할 수 있게 하는 병합 기법 중에서 경계선 조사 시간을 단축하는 방법을 대해 제시하였다.

## 2) 데이터 모델(data model)

지리 정보 시스템은 그 기능과 응용 분야가 많지만 시스템의 근본적 차이는 각 시스템에서 지리 정보를 수치 형태(digital form)로 표현하는 방식과 관련된다. 그리고 모든 시스템이 동일한 처리 방법을 사용하지 않으면서 대개 벡터와 래스터라고 하는 2가지 지도 표현 기법을 사용한다(J.R. 이스트만, 1994).

단위 도면 병합시 필요한 사항은 단위 도면을 구성하고 있는 원시 지리 객체들의 구조를 알아야 하는데 이는 객체들의 일치성을 검사하여 객체들이 저장되고 있는 하부 저장 구조를 재구성해야 하기 때문이다.

### ① 벡터 데이터 모델(vector data model)

벡터식 표현의 목적은 객체를 가능한 한 정확하게 표현하는 데 있다. 따라서 실세계의 객체, 현상, 조건들을 점(point)과 선(line), 다각형(polygon)을 기본 단위로 하여 좌표값으로 표현한다(유, 1990). 벡터 데이터 모델은 X-Y Model, Spaghetti Model, Topology Data Model, Triangulated Irregular Network Model 등으로 다시 분류한다(유, 1990). 본 연구에서는 디지털화된 벡터 데이터 처리에 효과적인 위상 자료 모델(Topology Data Model : TDM)을 채택하였으며, 3절에서 이 위상 데이터 모델을 고찰한다.

## ② 래스터 데이터 모델(raster data model)

래스터 데이터 모델은 객체를 일정한 크기의 격자로 나누어 표현하는 방법이다. 객체의 위치는 격자의 행과 열에 의해 표현되며, 래스터 정보의 압축 방법에 따라 Chain Code, Run-Length Code, Block Code, QuadTree 등이 있다(유, 1990).

래스터 방식의 시스템에서는 지리 정보와 속성 정보가 단일 자료 파일로 통합될 수 있다. 실제로 이 경우에는 지표 특징에 대한 정의가 필요하지 않으며 그 대신 연구되는 지역을 아주 작은 격자 셀(cell)로 분할한 다음, 각 셀 안에 각 지점의 속성을 기입한다. 각 셀에는 특징 정의자(feature identifier)나 속성 코드(qualitative attribute)나 양적 속성 값(quantitative attribute value)을 표시하는 수치가 주어진다(J.R.이스트만, 1994).

앞에서 설명한 두 가지 모델의 예를 Fig 1에서 보여주고 있는데, 각 모델은 장단점을 가지고 있으며 실세계의 객체를 모델링함에 있어 상호 보완적인 기능을 갖는다. 하나의 데이터 모델만으로는 지구상의 모든 데이터 모델을 표현할 수는 없기 때문에 현재 데이터의 특성에 따라 수집된 데이터를 서로간에 변환시켜 줄 수 있는 변환 모듈들도 상용화되고 있다(오, 1995). 그리고 공간 객체와 속성 정보의 통합 저장 관리를 지원하기 위하여 객체관계형 데이터베이스 관리 시스템(ORDBMS:Object-Relational DataBase Management System)내에 공간 인덱스를 추가하여 공간 질의시, 공간 연산자가 공간 인덱스 방식에 따라 공간 객체에 대한 검색을 처리할 수 있도록 하는 통합 모델에 관한 연구가 현재 진행되고 있다(Bruce, 1991; Kevin, 1991; Ron, 1989; 박과 김, 1996).

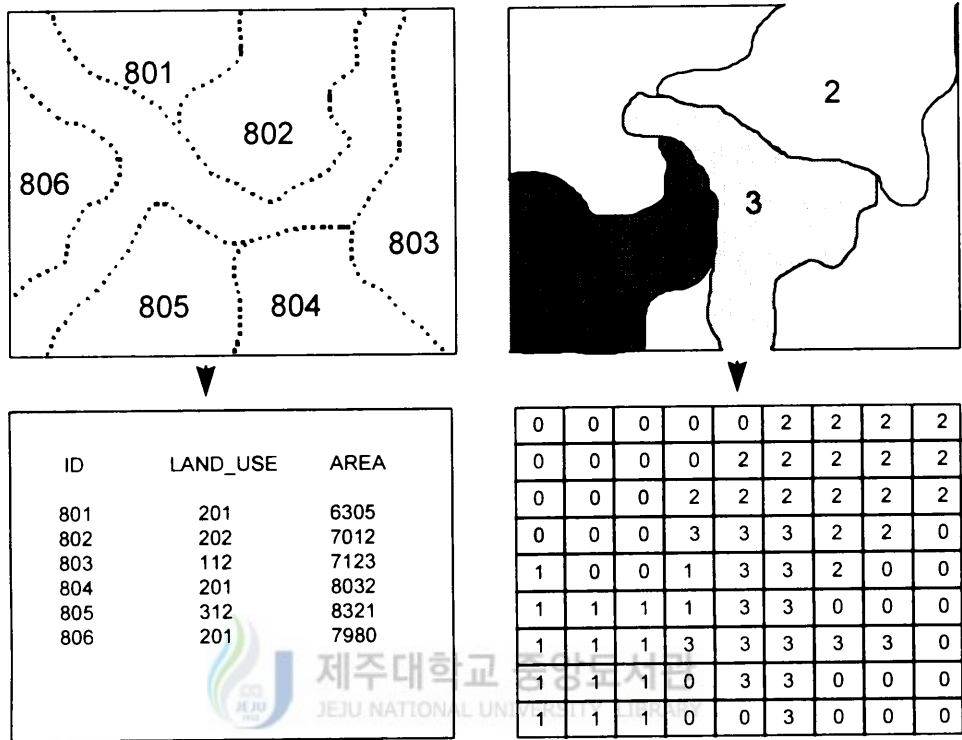


Fig. 1 Comparison vector with raster

### 3) 위상 자료 모델(Topological Data Model : TDM)

수치 지도에서는 방대한 자료에 대한 데이터베이스의 구축이 전제로 되기 때문에, 특별한 경우가 아니면 벡터 자료 구조를 선택한다. 그러나, 동일한 벡터 자료 구조라 하더라도 사용 목적에 따라 각기 고유의 장단점을 가진 다양한 기법들이 존재한다. 따라서, 수치 지도 제작의 목적에 가장 적합한 자료 구조의 선정이 매우 중요하게 되는데 이 수치지도 제작에 사용되는 벡터 자료 구조에는 Whole polygon structure, DIME structure, Arc/Node structure,

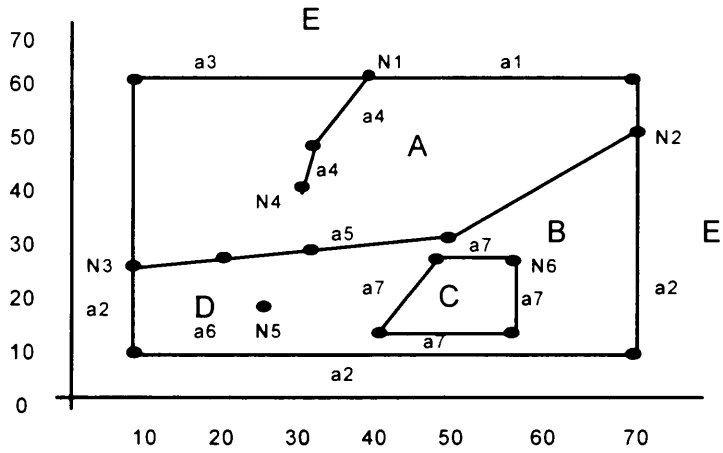
Relational structure가 있다(과학기술처, 1993).

위상 자료 모델(TDM)은 벡터 모델의 지리 정보 시스템에서 공간 관계를 저장하는 방법 중 가장 널리 사용되는 모델이다. 위상이란 공간적 관계를 정의하는데 쓰이는 수학적 방법이며, 위상 자료 모델은 Arc-Node 데이터 모델이라 부르기도 한다. 위상 자료 모델에서 기본 요소는 노드와 정점(vertex)으로 이루어진 아크(arc)와 둘 이상의 아크가 만나는 점인 노드이다. 또한 다각형은 아크의 닫혀진 체인(closed chain)으로 표현된다(ESRI Inc, 1990).

위상 자료 모델은 하나의 좌표 자료와 세 개의 위상 테이블로 구성된다. 위상 테이블은 다각형을 이루는 아크들의 리스트를 명시한 Polygon Topology Table, 노드에 연결된 아크들의 리스트를 명시한 Node Topology Table, 아크의 시작/끝 노드와 왼쪽/오른쪽 다각형을 명시한 Arc Topology Table이 있다.



위상 자료 모델은 위상 정보 즉, 공간 객체간의 관계를 결합하여 공간 데이터로서의 가치를 높이고 그에 따른 다양한 부가적인 기능을 추가로 지원하게 된다. 이는 공간 객체들이 갖는 연결성(connectivity), 인접성(adjacency), 포함 관계(containment)등을 분석하여 이를 유지하는데 최소한의 정보만으로 그들간의 관계를 표현하고 이 정보를 이용하여 공간 분석시에 활용함으로써 공간 데이터로서의 활용도를 최대한 높이고자 하는 방법을 말한다. (G.H.Kirby, M. Visvalingam, P. Wade, 1989). 일반적인 위상 자료 모델에 대한 Table의 표현은 Fig 2와 같다.



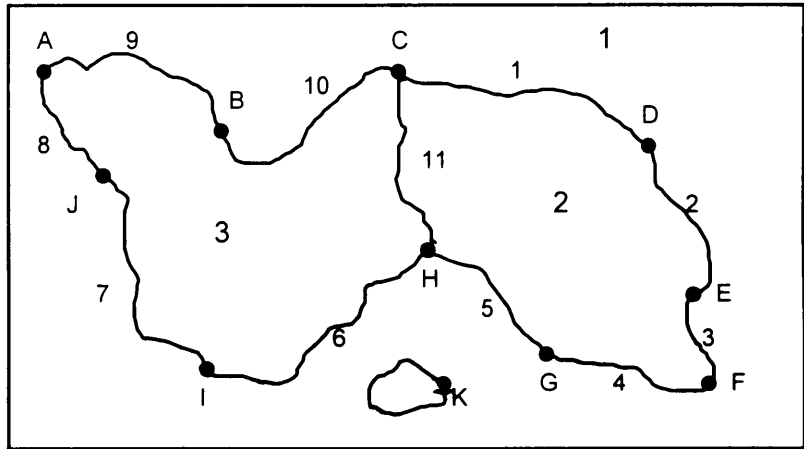
Node Topology		Arc Topology				
Node	Arcs	Arc	S_N	E_N	L_P	R_P
N1	a1,a3,a4	a1	N1	N2	E	A
N2	a1,a2,a5	a2	N2	N3	E	B
N3	a2,a3,a5	a3	N3	N1	E	A
N4	a4	a4	N4	N1	A	A
N5	a6	a5	N3	N2	A	B
N6	a7	a6	N5	N5	B	B
		a7	N6	N6	B	C
Polygon Topology		Arc Coordinate Data				
Polygon	Arcs	Arc	S_XY	Intermediate X,Y	E_XY	
A	a1,a5,a3	a1	40,60	70,60	70,50	
B	a2,a5,0,a6,0,a7	a2	70,50	70,10; 10,10	10,25	
		a3	10,25	10,60	40,60	
C	a7	a4	40,60	30,50	30,40	
D	a6	a5	10,25	20,27;30,30;50,32	70,50	
E	outside	a6	30,20		30,20	
		a7	55,27	55,15;40,15;45,27	55,27	

Fig. 2

### General structure of topology data

그리고 기본적인 위상 자료를 다르게 수정하여 구축하는 경우도 있는데 이는 응용에 따라 수정된 데이터 구조가 더 효율적인 경우에 있다. 이런 예가 Fig 3

에 나타나 있는데 이는 다각형 인식에 탁월하다(김과 박, 1996).



OID	S_N	E_N	R_P	L_P	R_A	L_A	Line
1	C	D	2	1	2	10	Not Shown
2	D	E	2	1	3	1	
3	E	F	2	1	4	2	
4	F	G	2	1	5	3	
5	H	G	1	2	4	11	
6	I	H	1	3	5	7	
7	J	I	1	3	6	8	
8	A	J	1	3	7	9	
9	B	A	1	3	8	10	
10	C	B	1	3	9	11	
11	H	C	2	3	1	6	
12	K	K	4	1	12	12	

Fig. 3 Amended structure of topology data

병합은 각 단위 도면에서 서로 연결될 요소를 찾아서 연결시키는데 그 목적이 있다. 따라서 본 연구에서는 생성된 위상 자료 모델의 기본 요소인 아크



와 노드를 각 단위 도면들간에서 비교해 가면서 아크의 시작/끝 노드가 경계선과 만나는 경우에 병합여부를 결정한다. 즉, 아크의 시작/끝 노드가 경계선과 만나는지의 정보를 조사하면서 병합될 단위 도면들에 대해 병합을 수행하게 된다. 즉, 아크가 단위 도면 경계에서 만나는 경우 경계선에 접하는 자료는 노드이다. 그러므로 각 단위 도면의 노드 위상이 단위 도면 경계선 값과 비교하여 어느 쪽 경계선과 만나는지를 조사하게 된다. 따라서 경계선 조사시 사용되는 노드의 위치 자료를 위상 자료 구조 생성시 노드 데이터 구조에 추가하였다가 병합시 사용한다. 따라서 기본적인 노드의 데이터 구조에 추가적인 정보를 나타낼 필드가 필요하다.

기존의 8방향 조사는 미리 구축된 위상 자료를 기반으로 단위 도면내에 포함된 모든 아크의 시작/끝노드를 대상으로 병합 과정에서 경계선과 만나는지의 조사를 실시하고 있다(오, 1995).

병합이 완료되고 나면 새로 생성된 도면에 대해 새로 설정된 자료들의 관계에 대한 위상 관계가 재구성되어야 한다.

### 3. 데이터의 통합

자료의 통합(integration)은 지리 정보 시스템내의 다른 종류의 자료들을 서로 간에 호환성을 유지함으로써 그들이 같은 지도내에서 출력되어 분석을 할 수 있게 해주는 과정이다. 이 과정은 지리 정보 시스템에 있어서 가장 중요한 부분 중의 하나이다. 응용 시스템이 대규모일수록, 또 더 많은 자료들을 필요로 할수록 자료의 통합은 더 문제가 된다. 자료들을 통합해 줌으로써 사용자

들은 그들의 자료에 대한 통일된 견해를 유지할 수 있으며, 하나의 일관성 있는 정보 시스템을 구축할 수 있다. 다양한 종류의 정보를 통합함으로써 얻을 수 있는 장점으로는 다음과 같은 것들이 있다(오, 1995).

- ① 더 넓은 범위에 대한 작업을 할 수 있다.
- ② 자료들을 연결시켜 줌으로써 공간적 일치성이 부여된다.
- ③ 자료의 중복 수집과 변환을 제거함으로써 경비를 줄인다.
- ④ 기관들은 이전보다 더 넓은 자료 기반을 토대로 자신들의 자료만으로는 불가능했던 문제들에 대한 접근이 가능해졌다.
- ⑤ 기관들 간에 자료를 공유함으로써 더 효율적인 의사결정을 할 수 있다.

지리 정보 시스템의 분야에서 자료의 통합에 대한 정의는 다음과 같이 여러 형태로 할 수 있다.

- ① 여러 가지 지도, 토지 조사, 원격 탐측을 통한 지리 정보들을 하나의 시스템으로 합쳐주는 과정.
- ② 래스터와 벡터 자료를 하나의 환경 내에서 변환하는 것.
- ③ 공간 자료와 속성 자료를 하나의 일관성 있는 모델속으로 연결시켜주는 것.
- ④ 공간 탐색이나 오버레이 같은 기본적인 지리 연산의 방법으로 다양한 공간 자료들을 합성하는 것.

## 1) 공간 자료와 속성 자료의 통합

시중의 상용 정보 시스템에서는 속성 자료나 공간 자료는 보통 각각 하나의 데이터베이스에 저장됨으로써 통합이 이루어진다. 그러나 그 정보들에 대한 질문은 속성 혹은 공간 자료 하나에 대해서만 이루어져야 한다. 하지만 실제 지리 정보 시스템에서의 자료의 통합은 속성 자료와 실세계를 나타내는 공간 자료에 대한 내부적 연결을 포함하므로 공간 혹은 속성 자료만을 다루는 시스템들에 비해 더 넓은 범위의 질문에 대한 답변이 가능해진다. 예를 들면, 사용자가 출력된 공간 자료에 대한 속성 자료를 요구할 수 있고, 속성 자료에 대한 질의나 분석을 통해 지도를 구성할 수 있으며 통합된 데이터베이스에 대한 공간 연산을 통해 새로운 정보를 생성할 수 있다. 또한, 하나의 공유된 공간 코드를 통해 서로 다른 속성 자료의 요소들이 상호 연관될 수 있다(오, 1995).



따라서 위치 자료와 속성 자료가 상호 연계되어야 GIS 자료라고 할 수 있다. 단순히 도형만을 위한 자료 구축은 도면 자료 구조로만 존재하고, 속성만을 위한 자료구축은 문자 정보 관리 자료로만 구축되기 쉽다.

## 2) 기존 통합 모델들의 한계점

지리 정보 시스템은 항상 만족스러운 통합을 제공하지는 않는다. 특히 공간 오버레이의 과정은 오류가 없는 공간, 속성 자료의 통합을 보장할 수 없다. 그 예로 슬리버 다각형을 들 수 있는데, 이는 똑같은 선 요소를 두 번 입력할 때에 정확하게 일치하도록 입력하지 못해서 생기는 오류 요소이다. 이는 길이와 면적의 비율에 대한 한계치를 사용자가 정해줌으로써 해결할 수 있다. 더구

나 이러한 자료들은 서로 잘 맞지 않는 방법으로 수집될 수도 있고, 신뢰성 면에서 서로 차이가 날 수도 있으며, 어떤 경우에는 존재하지 않거나 정의되어 있지 않을 수도 있다. 불일치가 존재하는 지리 자료들은 통합하기 힘들며, 이러한 자료의 불일치성의 원인으로서는 다음과 같은 것들이 있다.

- ① 기록 기술과 측량 기술의 차이
- ② 측량 방법과 조사 방법에 있어서의 인간에 의한 오류
- ③ 측량 자료의 해상도
- ④ 자료의 정의에 있어서의 모호함, 부적확성
- ⑤ 공간 객체의 부적확성

이러한 불일치성을 제거하고 일관성 있는 데이터베이스를 생성하기 위해서 다음과 같은 방법들이 제기되었다.

#### ① 공간 자료 데이터베이스

지도 투영법의 일치, 부분적인 지형 왜곡의 수정, 좌표 조밀도의 균일화, 끝점 맞추기, 벡터와 래스터의 변환 등등...

#### ② 속성 자료 데이터베이스

자료 클래스의 집합화(aggregation), 원시 자료의 재분류, 자료의 정확도 감소, 이름으로 레코드를 연결, 네트워크와 계층적 데이터베이스를 관계 데이터베이스로 변환 등등...

일관성 있는 지리 데이터베이스를 구축하기 위해서는 초기 단계에서 불일치성이 있는 요소들을 제거하는 것이 훨씬 경제적이다. 하지만 많은 지리 데이터베이스들은 기존 자료의 집합이 병합되어 생성되므로 자료의 변환이 이루어진 후에 불일치 요소들을 제거해야만 한다. 본 연구의 경우에는 병합이 주된 목표이며, 그리고 속성 정보와 공간 정보와의 연결은 id로 연결되는 기법이 이미 존재하므로 여기서는 구현하지 않는다.

#### 4. 병합 시스템의 기능 분석

현재 개발된 상업용 지리 정보 시스템 중 대표적인 것으로 ESRI사의 ARC/INFO를 꼽을 수 있다. 이 역시 벡터 데이터를 기반으로 만든 시스템이며, 여기에서 LIBRARIAN이라는 부 시스템이 있어서 지리 정보를 부분으로 나누어 조작 사용할 수 있게 해주고 주 시스템에 그 정보를 연결해 주는 모듈을 두고 있다(ESRI, 1989).

##### 1) ARC/INFO의 LIBRARIAN

도서관내의 색인표를 이용하여 도서를 찾는 방법과 유사하게 이 색인 개념을 지리 정보 시스템에 도입한 것이 LIBRARIAN이다. 예를 들면, 지도는 큰 백과사전에 해당하고, 알파벳순으로 나누어진 각 권은 단위 도면에 해당하며, 그 알파벳은 단위 도면의 색인 구실을 한다. 이런 일들은 일괄적으로 처리하는 시스템을 도서관원에 비유한 것이다. LIBRARIAN은 Map Library라는 개념으로 방대한 양의 지리 자료를 체계적으로 관리해 준다(ESRI, 1989).

## 2) Map Library의 기능

Map Library는 지리 정보를 다루기 쉬운 크기로 나누어서 운용하는데 여기에는 두 가지 방식이 있다(ESRI, 1989).

첫 번째는 타일(tile)단위로 나누는 방식이다. 타일은 하나의 나누어진 부분에 의해 표현되는 연속적인 공간을 나타낸다. 나뉘어진 타일들을 합치면 원하는 구역을 나타낼 수 있다. 두 번째는 Layer로 나누는 방법이다. Layer는 균일하게 정의된 하나의 커버리지 형식으로 구성된다. 예를 들면 행정 구역 Layer는 그 성격이 다각형인데 비해 도로 Layer는 선 요소의 성격을 지니고 있으므로 이 두 가지 Layer는 따로 구성되어야 한다.

이 Map Library를 구성하는 최소 단위는 하나의 타일 내에 있는 하나의 레이어에 대한 자료이고, 이는 본 연구에서 말하는 단위 도면의 개념이다. Fig 4는 타일과 Layer의 개념을 설명해 준다. 이 예는 4개의 타일(타일1 - 타일4)과 3개의 Layer(도로망, 토지이용, 온천지역)를 가진다. 각 타일은 작업공간을 가지고 여기에는 각 Layer에 대한 자료가 저장되어 있다. 이 Layer에 대한 자료들은 정확히 해당 타일의 영역에 대한 것이다.

## 3) Map Library의 자료 운영방법.

LIBRARIAN은 계층적 모델로 자료를 다룬다. 이 모델은 네 가지 단계로 구분될 수 있다(ESRI, 1989).

- ① 전체 library 관리 계층 : 이는 도서관의 예에서 색인표의 기능을 하는 단계이다. 시스템 내의 모든 library의 이름과 그 작업 영역에 대한 정보를 저장하는 사용자와 가장 가까운 최상위 계층이다.

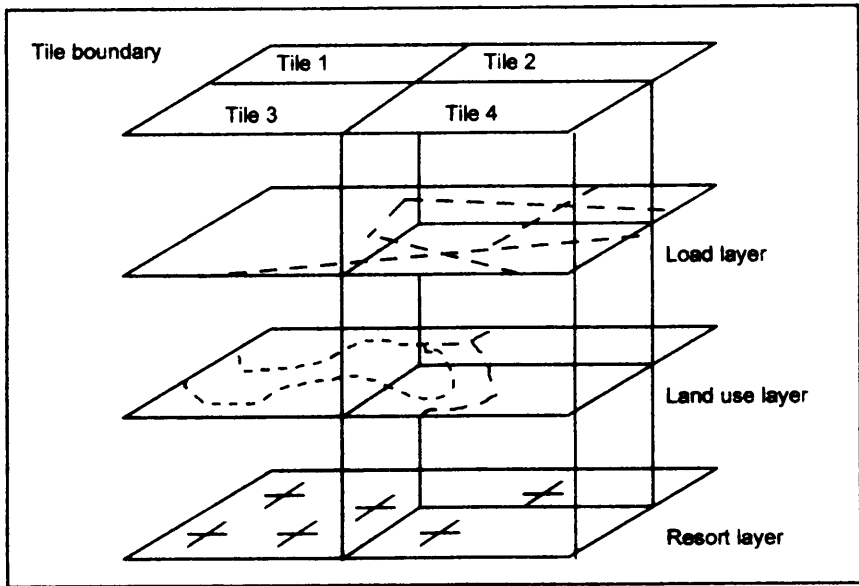


Fig. 4 Concepts of tile and layer



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

- ② library의 작업 영역 계층 : 여기서는 library의 구조에 대한 정보와 타일들의 이름과 그의 작업 영역에 대한 정보를 가지며, 타일의 영역에 대한 색일 구실을 하는 색인 커버리지를 지닌다. 이 색인 커버리지 내의 모든 다각형은 library를 구성하는 타일들의 경계선을 나타내며, 이는 시스템 내에서 타일의 작업 영역을 찾아 주는 공간 목록의 역할을 한다.
- ③ 타일의 작업 영역 계층 : 하나의 타일 내에는 여러 개의 Layer가 있을 수 있다. 이 계층은 단위 도면들의 실제 위치에 대한 정보를 지닌다.
- ④ 단위 도면 저장 계층 : 실제 단위 도면들의 자료를 저장하는 하부 저장 구조와 관련이 있는 계층이다. Map Library에서 사용되는 자료 모

텔을 FIg 5에 나타내었다.

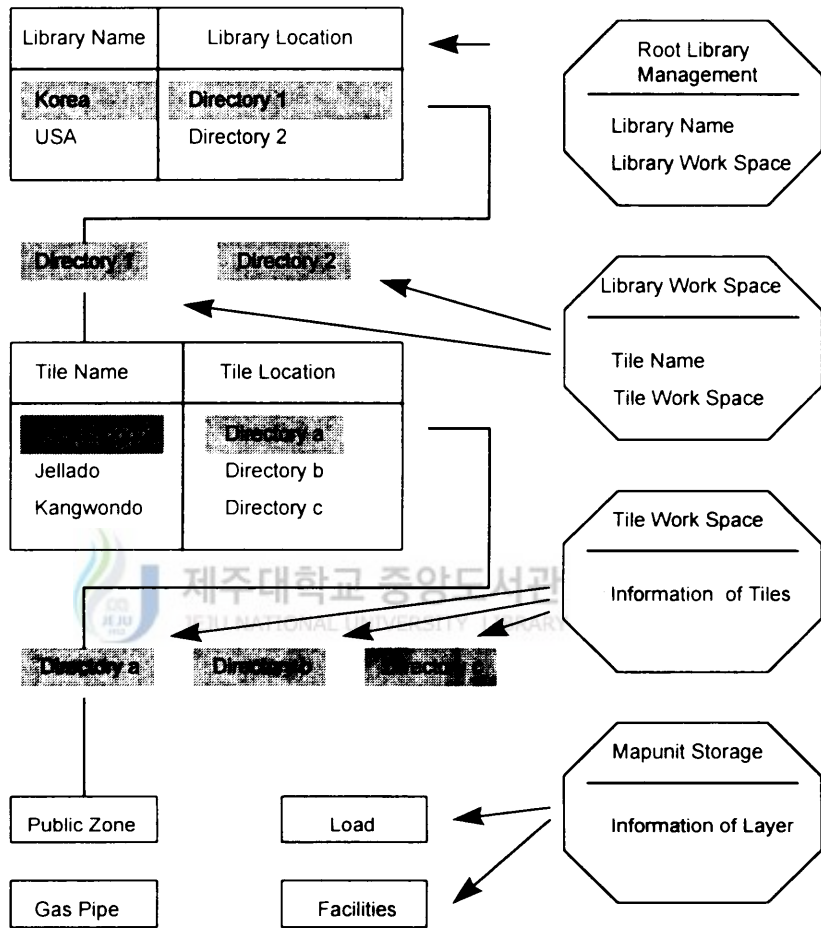


Fig. 5 Fourth hierarchical model based on a file system

#### 4) LIBRARIAN의 장단점

LIBRARIAN은 자료들을 그 영역에 따라 나누어서 관리하는 방법과 자료의 성격에 따라서 나누어 관리하는 방법을 잘 조화시켜서 그 계층적 구조를



정의해 준다. 이 네 가지 단계로 구성된 모델은 사용자가 타일간의 상호 관계를 정의하는데 도움을 주며, 공간적인 자료의 분할 운영을 명쾌하게 해 준다. 또 모든 입력 자료들을 해당 Map Library의 기준에 따르게 하여 자료의 무결성을 보장해 준다. 하지만 적은 양의 자료만이 필요한 경우나 자료들을 나누어 주는 것이 부적절한 응용의 경우에는 이런 계층적 구조를 형성하는데 걸리는 시간과 노력만큼의 성과를 얻지 못할 수도 있다.

본 연구에서는 단위 도면의 작업 영역과 이들이 병합될 작업 공간을 구성하기 위하여 기존 연구의 파일시스템을 대치한 Database구조를 사용한다. 그럼으로써 사용자가 그 구성에 대한 상세한 지식이 없어도 Database 이름과 Table 이름을 이용하여 병합하고자 하는 단위 도면을 쉽게 접근할 수 있는 좀더 높은 수준의 접근 추상화를 도모하였다. Map Library에서도 자료의 통합은 필요하여 외부의 기능들로 이를 해결하고 있다. 이런 외부의 기능들에 대해서 살펴보고 그 특징과 ARC/INFO식의 접근법의 한계점을 알아보기로 한다.

#### 5) ARC/INFO의 지리 정보 병합 기능

ARC/INFO에서 지리 객체들을 병합시켜 주는 방법으로 APPEND와 MAP JOIN 명령어의 두 가지가 있다(ESRI, 1989). 이 두 방법은 실제로 그 기능에는 차이가 없다. 이들은 최대 50개까지의 Layer들을 하나의 Layer로 병합을 해주며, 위상 생성의 조건, ID의 부여 조건, 허용 오차 조건 등 다양한 선택 사항을 가진다. 그러나 실제로 병합이 이루어지기 위해서는 이런 명령을 사용하기 이전에 미리 경계선의 좌표와 ID, 노드의 좌표와 ID를 일치시켜 주어야 하고, 다각형 요소도 ID를 일치시켜 주어야 한다. 이러한 조건은 사용자

에게 일일이 수작업으로 대량의 정보를 수정 혹은 확인을 해야 하는 부담을 주게 된다. 그러므로 이런 과정을 거치지 않고, 알고리즘을 설계하여 지리 정보 시스템이 자동적으로 병합을 하도록 하는 것이 사용자의 입장에서 볼 때 더 바람직하다고 하겠다.

#### 6) 오(오, 1995)의 지리 정보 병합 연구

오(오, 1995)는 단위 도면에 대한 객체들의 기본적인 위상 자료를 이용하여 아크의 시작/끝 노드가 경계선과 만나는지를 판단하는데 8방향 조사를 실시하며 조사 후 비교 테이블을 구축하고 구축된 비교 테이블들을 서로 비교하면서 병합을 하고 있다. 그리고 병합에 사용되는 단위 도면들의 데이터가 저장되는 장소와 작업 공간은 파일 시스템(file system)으로서 도스의 계층적 디렉토리 구조를 응용하고 있다. Fig 6은 8방향 조사 방법을 보이고 있다.

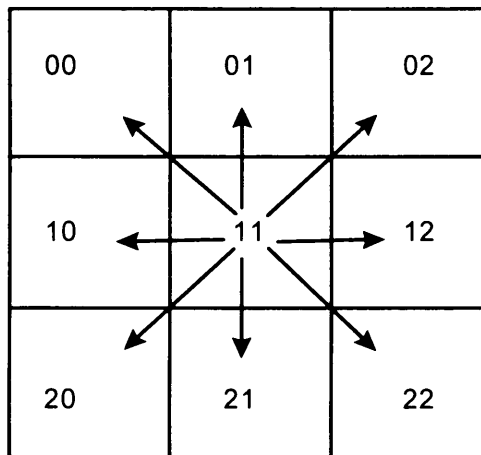


Fig. 6 Eight directional search method

### Ⅲ. 단위 도면 병합 시스템 모델링

#### 1. 위상 생성

병합시 주된 내용은 단위 도면 아크의 노드가 경계선과 만나는지의 판별이다. 따라서, 공간 객체에 대한 자료를 입력하는 과정과 위상 관계 생성의 과정에서 노드와 아크에 대한 정보를 생성하고, 특별히 노드 위상 정보에는 노드의 위치 정보 ID를 추가한다. 그럼으로서 병합시에 어떤 아크의 노드가 경계선에 접하는지를 판단하지 않고 노드 위상 테이블에서 순차적으로 노드들을 검색하고 노드가 경계선과 만나는지를 노드 위상 ID와 경계선 값을 비교하여 검사한다. 따라서 경계선과 만나는지 판별할 때 단순히 노드 위상 테이블의 노드 위치 정보 필드만을 참고함으로써 병합을 수행할 수 있다. 그럼으로써 병합시 단위도면의 모든 아크를 불러와서 아크의 시작/끝 위치를 구하고 경계와 만나는지를 계산하는 시간과 비교 테이블을 생성하는 시간을 줄일 수 있다.

공간 객체간의 위상은 점이나 선 객체간의 연결성뿐만 아니라 선에 의해 생성되는 면 객체와 그들간의 인접성을 추출해 내는 방안을 포함하는데 이에 따라 본 연구에서는 객체 정보로부터 객체간의 연결성과 인접성을 찾아내기 위해 객체 정보의 입력시부터 위상 생성 과정까지 경계선에 접하는 점 객체(노드)들에 대한 위치 정보를 구하고 이를 추가하는 알고리즘을 제안하며, 그리고 위상 관계를 구축하고 이를 이용하여 병합을 수행한다.

## 2. 객체 정보 prototype

위상 관계 유지를 위한 노드, 아크, 폴리곤을 생성하기 위하여 기본형 점, 선, 영역을 이용한다(김과 박, 1996). 병합에 필요한 객체 정보는 노드와 노드 위치 정보, 그리고 아크 위상 정보이다. 다음은 본 연구에서 제안한 주어진 지도 도면 데이터를 입력하는 과정에서 위상 정보를 생성할 때 병합에 필요한 정보를 구하는 방법과 그 정보를 저장할 필요한 객체 선언과 객체 생성 알고리즘이다.

### 1) 노드 객체

노드는 단일 노드와 연결 노드로 구분된다. 그리고 노드에 연결된 아크들을 갖으며 본 연구에서 병합에 사용될 노드가 경계선과 만나는지를 판별할 노드 위치 정보를 추가로 갖는다. 객체의 구조는 Fig 7과 같다.

```
create class Node {  
    NodeID PosID ;           // id of node  
    PosID number ;          // coordinate of node  
    C_A ArcID ;             // id of arc connected to node  
}
```

Fig. 7 Structure of node

NodeID	PosID	C_A
--------	-------	-----

## 2) 아크 객체

아크는 위상을 구축하는데 기본이 되는 클래스로 위상 관계를 나타내기 위하여 아크 정보, 아크의 시작 위치, 끝 위치, 그리고 아크의 중간점들에 대한 정보들을 클래스 내에 유지한다. 객체의 구조는 Fig 8과 같다.

```
Create class Arc {  
  
    ArcID number ;    // id of arc  
    S_P PosID;       // start Position of the arc  
    I_P PosID ;      // intermediate Position of the arc  
    E_P PosID ;      // end Position of the arc  
}
```

Fig. 8 Structure of arc

ArcID	Start PosID	Inter PosID	End PosID
-------	----------------	----------------	--------------

## 3) 위상 정보 생성 및 노드 위치 정보 알고리즘

하나의 아크를 디지털화할 때 노드와 아크 위상을 생성하는 방법과 노드 위치 정보를 구하는 알고리즘은 다음과 같다. 노드 위치 정보는 단순히 디지털화 되는 점의 좌표이다. 입력 데이터는 지도상의 특정 레이어이며 출력 되는 데이터는 노드와 아크 위상 정보가 된다.

WHILE(During the Digitazing)

IF 동일점인가?

PosID는 동일점에 주어진 ID 부여 ;

NodeID는 동일점에 주어진 ID 부여 ;

Node 위치정보 부여 ; // 현재 PosID 기록

S\_P에 주어진 ID 부여 ;

while(끝점일 때까지) {

PosID들을 IntermediatePos에 부여 ; }

IF 끝점인가?

PosID 부여 ;

NodeID 부여 ;

Node 위치정보 부여 ; // 현재 PosID 기록

E\_P 부여 ;

ArcID 부여 ;

노드 위상에 ConnectArc 부여 ;

END IF

ELSE

PosID 부여 ;

NodeID 부여 ;

Node 위치정보 부여 ; // 현재 PosID 기록

S\_P 부여 ;

while(끝점일 때까지) {

PosID들을 IntermediatePos에 부여 ; }

IF 끝점인가 ?

PosID 부여 ;

NodeID 부여 ;

Node 위치정보 부여 ; / 현재 PosID 기록

E\_P 부여 ;

ArcID 부여 ;

노드 위상에 ConnectArc 부여 ;

END IF

END IF

END WHILE

즉, 하나의 단위 도면이 Fig 9와 같이 주어진다면 디지털라이징 시에 알고리즘은 다음 과정으로 수행을 한다.

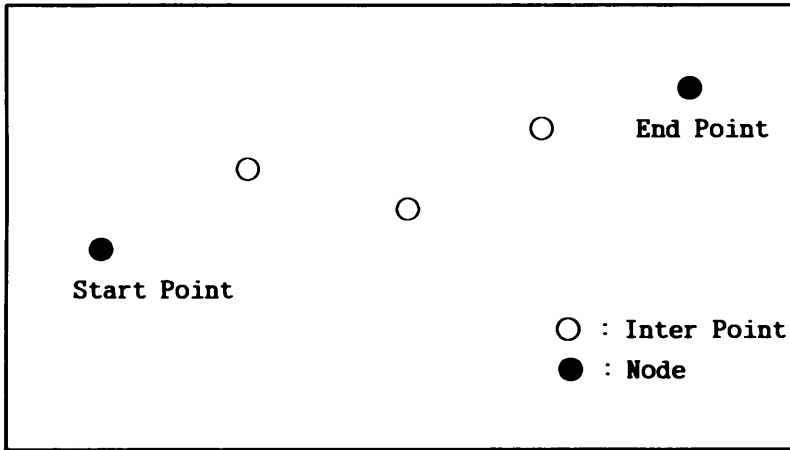


Fig. 9 Example of algorithm process

① 디지털라이징 시작 : 기존과 동일 위치인지 파악하고 NodeID, ArcID,

Arc의 시작 정보를 노드 위상에 기록

② 디지털라이징이 끝날 때까지 입력하는 중간점은 IntermediatePos에 기록

③ 디지털라이징 끝 : 기존과 동일 위치인지 파악하고 NodeID, ArcID,

Arc의 끝 정보를 노드 위상에 기록

④ 단위 도면에 대한 디지털라이징 끝날때까지 ①, ②, ③의 반복

Fig 10은 A라는 지역의 단위 도면을 위의 알고리즘을 이용하여 위상 생성을 구축하였을 때 얻어지는 노드와 아크에 대한 정보를 보여주고 있다.

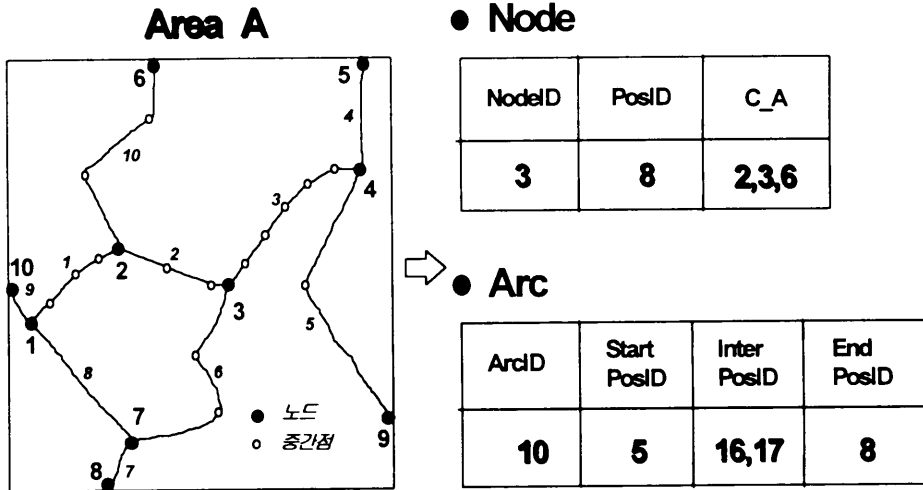


Fig. 10 Generating TDM

따라서 노드와 아크에 대한 정보는 디지털화 시작과 끝 시점이 되며, 노드 위상 자료에는 노드 위치 정보가 추가되며 아크 위상 자료에는 기본적으로 아크를 표현하는 노드 정보(노드의 위치 정보)가 기록된다.

### 3. 단위 도면 객체 모델링

단위 도면 병합시 병합의 대상(객체)인 단위 도면을 모델링하기 위해 전체 도면을 여러개의 Layer로 구성하고, 각각의 Layer들은 도면의 여러 자료들 중 에서 하나의 특성을 가지는 자료들의 집합으로 구성한다. 여기서 단위 도면은 전체 도면 중 하나의 Layer(예, 도로 Layer, 토지 사용 Layer, ...)에 대한 한 구획내의 자료의 집합을 말한다.



Layer는 자료를 특성 단위로 나누는 방법이며, Layer중에서 영역 단위로 나누는 방법이 타일(tile)로 나누는 것이다. 시스템 내에서 동일한 특성을 가지고 있는 단위 도면들을 모으면 하나의 Layer를 형성하고, 이런 Layer들이 모여서 시스템 전체 도면을 나타내게 된다. Fig 11은 이 관계를 보여주고 있다.

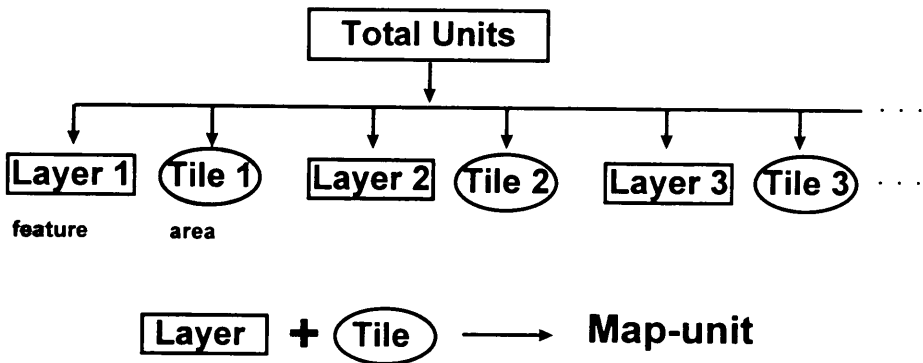


Fig. 11 Map-unit

단위 도면 객체는 Layer의 특성을 상속받으며, 전체 도면내에서 자신이 어디에 위치하는지를 나타내는 값(행,열)을 가지며, 도면내의 특성과 영역을 나타내는 Layer의 특성과 분할 정보, 단위 도면의 left, top, right, bottom의 경계값, 그리고 병합된 단위 도면 정보를 가진다. 정리하면 Fig 12와 같다.

Fig. 12 Object of Map-Unit

Map-Unit Name	Map-Unit Location	Layer Feature	Layer Div_infor	Boundary	Inte_Infor
---------------	-------------------	---------------	-----------------	----------	------------

#### 4. 병합 시스템 모델링

본 절에서는 영역과 특성별로 나누어진 단위 도면을 병합하는 병합 관리자의 모델링 방법에 대하여 기술한다. 병합 관리자는 실제로 단위 도면들을 병합하는 역할을 하며, 단위 도면과 사용자의 중간 위치에서 병합을 위한 인터페이스

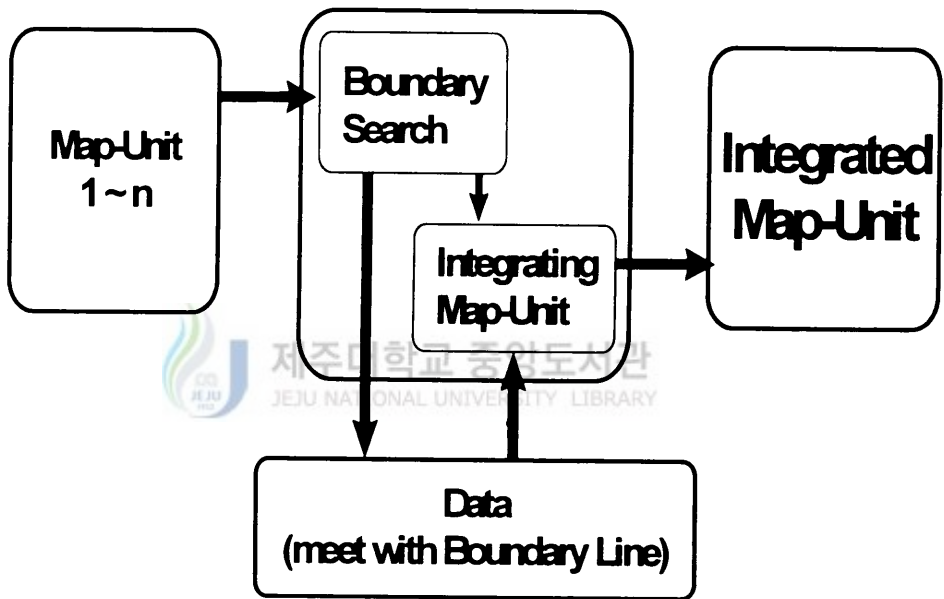


Fig. 13 Integration system model

스의 역할도 수행한다. 데이터 베이스에 저장된 하나의 지역을 입력하게 되면 병합 관리자는 입력된 지역에 대해 저장된 단위 도면들을 병합하게 된다. 병합 과정에서 병합 관리자는 병합될 단위 도면들을 처리를 하는데 이 때 경계선과 만나는 노드들에 대해서는 새롭게 정보를 구성한다. 이 작업이 끝나면 병합 관

리자는 새롭게 구성된 정보들 중에서 같은 좌표값을 갖는 노드들은 서로 병합 대상이기 때문에 그 상대적 위치를 참조하면서 병합해 나간다. 여기에는 노드가 어떤 경계와 만나는지에 대한 방향이 포함되어 있기 때문에 단위 도면들간 위치를 파악하면 필요 없는 경계선에 만나는 노드 검색 횟수를 줄여준다. 그리고 단위 도면에서 병합이 완료되면 각 단위 도면 위주의 객체 ID는 다시 재조정되어야 하는데 병합 관리자는 병합되는 단위 도면들이 갖고 있는 객체 ID를 참조하면서 이 작업까지 수행하게 된다. 그리고 구현에서는 제외됐지만 기존에 병합해 두었던 도면들에 새로운 단위 도면의 추가를 원할 수도 있고, 원하는 단위 도면들을 병합하여 새로운 자료를 얻으려 할 수도 있다. 또, 노드간의 일치 여부 조사에서 그 거리 오차를 크게 혹은 작게 하기를 원할 수도 있다. 이 밖의 많은 사용자의 요구에 따라 단위 도면들을 병합하는 주체가 단위 도면 병합 관리자의 역할이 된다. Fig 13은 전체 병합 시스템 모델이며 병합 시스템이 가져야 하는 함수 목록은 아래와 같다.

// 필요한 함수 목록

- ▶ 병합할 단위 도면을 얻어오는 함수
- ▶ 노드가 단위 도면과 만나는지 조사하는 함수
- ▶ 경계에 접하는 노드 정보를 등록하는 함수
- ▶ 경계선과 접하지 않는 노드를 가진 아크들을 작업 영역에 등록하는 함수
- ▶ 경계선에 접하는 노드가 하나의 아크일 때 처리 함수
- ▶ 경계선에 접하는 노드가 둘 이상의 아크일 때 처리 함수
- ▶ 병합된 단위 도면 관리 함수

그리고 아래에 보여주는 상수들은 경계에 접하는 노드 정보들을 구성할 때 포함되는 방향 상수이며 병합시 이를 이용하게 된다.

// 병합의 방향을 정해 주는 상수 정의

▶ Join_Err	-1	// 병합 방향 에러
▶ Join_L	0	// 좌의 단위 도면과 병합
▶ Join_T	1	// 상의 단위 도면과 병합
▶ Join_R	2	// 우의 단위 도면과 병합
▶ Join_B	3	// 하의 단위 도면과 병합

## 5. 데이터베이스 관리 시스템 모델링



본 절에서는 병합에 사용되는 단위 도면들을 관리하기 위한 시스템에 대해서 논한다. 파일 시스템은 여러 응용 프로그램이 필요로 하는 데이터들에 대해 공통된 접근 루틴을 이용하여 처리하지만 여전히 자신만의 데이터를 접근할 수 있다는 제한을 가지고 있으며, 시스템 내에 중복된 파일들을 갖고 있을 수도 있다. 따라서 사용자가 요구하는 데이터에 대해 일관되고 명확한 데이터를 지원함과 동시에 최적의 파일 관리, 그리고 병합시 다른 단위 도면과 병합되고 있는 단위 도면을 중복하여 병합이 가능하기 위해서도 단위 도면들에 해당하는 데이터들을 데이터 베이스화하는 것이 바람직하다. Fig 14는 병합에 사용되는 데이터베이스 관리 시스템 모델이다.

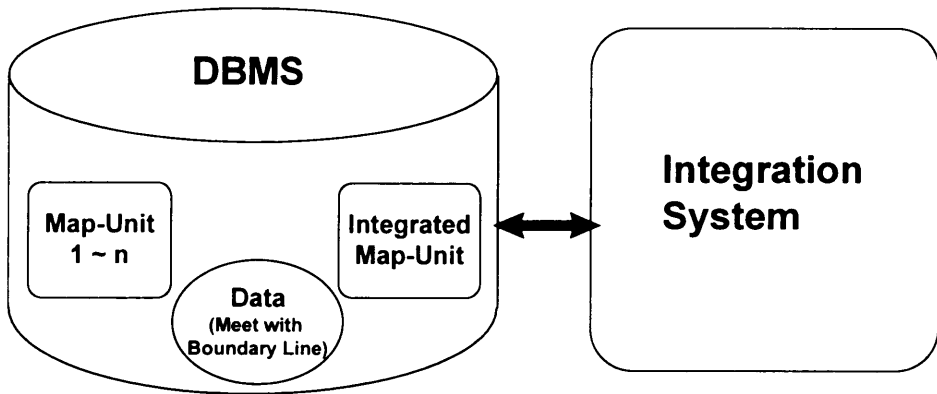


Fig. 14 DBMS model of integration system

## IV. 설계 및 구현

### 1. 구현 환경

본 연구를 구현하기 위한 모듈 구현 환경에 OS는 MS-WIN95, 사용 프로그래밍 언어는 Microsoft Visual Basic 4.0, 그리고 IBM PC 펜티엄 120MHz를 이용했다.

### 2. 기본구조

단위 도면 병합 시스템 모듈은 다음과 같이 구성되었다.

- 1) 병합할 단위 도면 입력과 초기화 모듈
- 2) 경계에 접하는 노드 조사 모듈
- 3) 경계에 접하는 노드 정보 등록 모듈
- 4) 병합 모듈
- 5) 병합된 단위 도면 관리 모듈

### 3. 모듈의 기능

모듈의 전체적 흐름을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 병합할 단위 도면들을

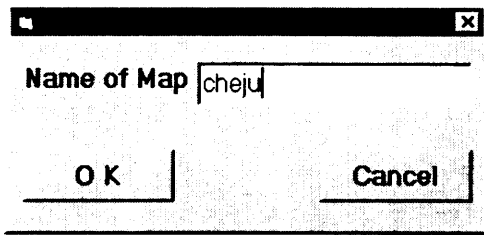
포함하는 지역을 입력받은 후 입력된 지역의 단위 도면을 분석해서 경계선과 접하지 않는 노드를 가진 아크, 경계선에 접하는 노드를 가진 아크의 순으로 분석을 진행한다. 분석중에 경계에 접하지 않는 객체들은 병합과 관계없이 객체의 id를 재조정하면서 목표 작업 공간에 저장하며 경계에 접하는 객체들은 인접하는 객체와 위상을 재구성하고 전체적으로 병합을 완료한다. 이러한 차례가 주어진 배경과 그 관리 체계, 그리고 세부 알고리즘에 대해 알아보기로 한다.

#### 1) 병합할 단위 도면 입력과 초기화 모듈

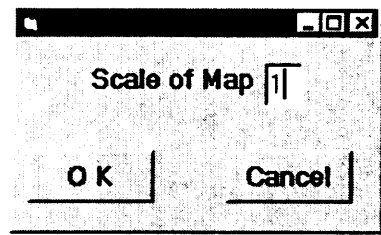
이 모듈에서는 병합될 지역의 전체 도면 이름을 입력하며 전체 도면에 포함된 단위 도면 목록을 보여준다. 이 단위 도면 목록에서 병합하고자 하는 단위 도면을 선택하게 되면 병합 시스템으로 제어가 넘어간다. 병합은 좌우 병합, 상하 병합 방법을 기본 원리로 하였다. Fig 15는 이 과정을 보여주고 있다.

#### 2) 경계에 접하는 노드 조사 모듈

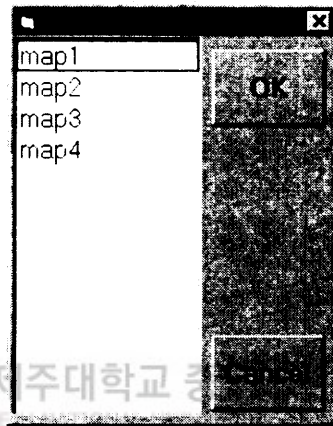
병합에 참여하는 단위 도면은 자신에게 속한 모든 오브젝트간의 공간적인 관계(위상 정보)를 위상 관계 테이블이라는 곳에 저장하고 있으므로 병합 시에는 자신의 위상 테이블 중에서 노드에 관계된 정보를 이용하여 인접 단위 도면과의 병합에 참여하게 된다. 그리고 위상 테이블 정보는 병합이외에 필요한 여러 가지 공간 분석에 이용될 수도 있다. 병합 이전에 단위 도면 분석시 단위 도면 경계선과 만나는 노드 판단 방법은 위상 관계 생성의 전처리 과



(a) Input map name



(b) Input scale



(c) Selecting Map-Unit

Fig. 15 Map-Unit input step

정에서 구한 노드의 위치 정보를 가지고 처리한다. 즉, 현재의 단위 도면의 노드 위상 테이블을 순차적으로 검색하면 단위 도면 경계와 만나는 노드들을 구할 수 있다. 단위 도면 경계와 만나는 경우를 판단할 때는 단위 도면 경계값 left, right, top, bottom과 비교하여 계산하며, 계산 순서는 좌, 우, 상, 하로 이루어진다. Fig 16은 경계선에 접하는 예를 보이고 있으며 Fig 17은 조사 방식을 보이고 있다.



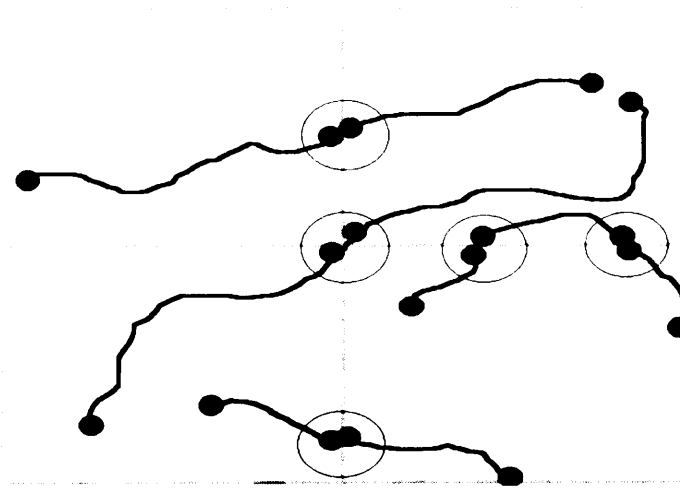


Fig. 16 Adjacent node with the boundary line

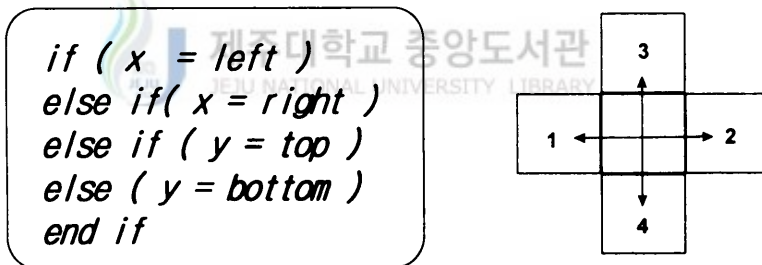


Fig. 17 Check method of node which resides boundary line

### 3) 경계에 접하는 노드 정보 등록 모듈

경계선 조사 결과 경계선과 만나는 노드들은 해당 노드 위상 정보들로 새롭게 구성이 되는데, 이때 인접하는 단위 도면에서 경계선과 인접하는 노드 정보들과 함께 Table 2에서 보여주는 것처럼 새로운 정보가 구성된다. Table 2는 3장 3절의 A지역 단위 도면과 인접 단위 도면(B)을 병합하는 과정에서

경계선과 만나는 노드들에 대한 위상 정보를 새롭게 구성하는 것을 보이고 있다. 여기에 나타난 데이터들은 구성하는 방법을 보여주고 있기 때문에 단위 도면 A, B는 이런 ID와 Arc들을 포함한다고 가정했다.

Table 2. Amended data about meet to the boundary line

NodeID	PosID	C_A	Direct	NodeID	PosID	C_A
3	5	2	2	24	49	35
4	10	4,6,8	2	8	15	6,7
5	14	9,11	2	15	23	10,11
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
68	110	34	2	3	5	4

Map-Unit A

Map-Unit B

#### 4) 병합 모듈

1), 2), 3)의 모듈이 이상 없이 수행되면 병합을 위한 준비 과정을 마치고 실제 병합이 이루어지는 과정으로 진행된다. 병합 과정에서 고려해야 하는 사항은 하나의 노드가 경계선과 만날 경우 두 가지 방법의 병합이 이루어져 나가야 하는데, 한 가지 방법은 인접하는 노드의 아크가 1개일 때이고 다른 하나는 2개 이상일 때이다.

##### ① 인접하는 노드의 아크가 1개일 때

이런 예는 Fig 18의 (a)와 같으며 (b)처럼 병합이 이루어져야 한다. 인접하

는 노드의 아크 개수가 1개일 때는 노드와 아크가 제거되어야 한다. 따라서 병합전에 위상 정보를 나타내던 노드, 아크 정보들이 Fig 19처럼 새롭게 구성이 되어야 한다.

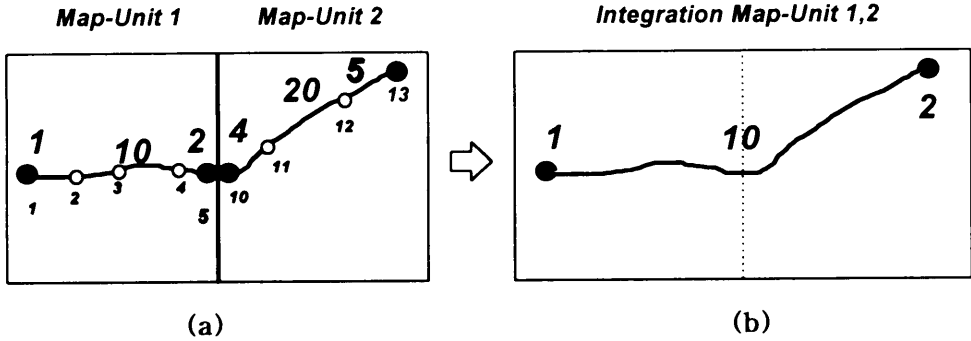
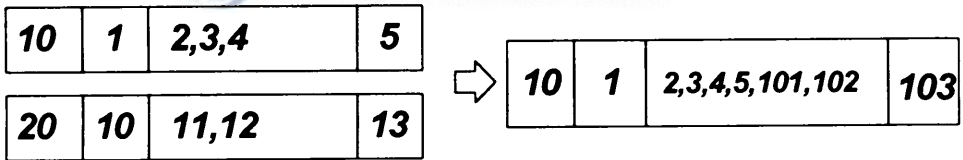


Fig. 18 Integration((a) before integ. (b) after integ.)

Fig. 19 Amended data after integration



② 인접하는 노드의 아크가 2개 이상일 때

이런 예는 Fig 20의 (a)와 같으며 (b)처럼 병합이 이루어져야 한다. 인접하는 노드의 아크 개수가 2개 이상일 때는 노드가 제거되어야 한다. 따라서 병합전에 위상 정보를 나타내던 노드, 아크 정보들이 Fig 21처럼 새롭게 구성이 되어야 한다.

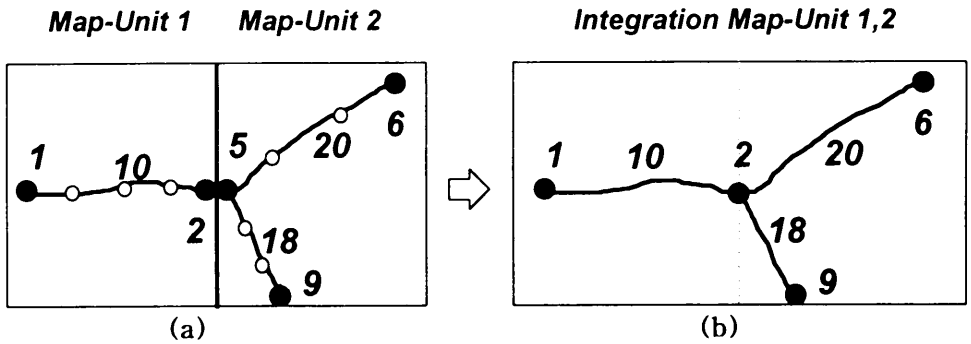


Fig. 20 Integration((a) before integ. (b) after integ.)

Fig. 21 Amended data after integration

10	1	MidPos	5	10	1	MidPos	5
18	10	MidPos	15	58	5	MidPos'	95
20	10	MidPos	13	60	5	MidPos'	93

따라서, 병합 시스템은 병합될 단위 도면이 주어지면 단위 도면들에서 경계하는 노드가 존재하는지를 조사한다. 만약, 존재하지 않으면 모듈이 종료되며 존재하게 되면 해당하는 노드를 얻어와서 해당 노드가 인접하는 단위 도면의 인접 노드가 있는지 조사한다. 조사 결과 인접 노드가 존재하지 않으면 지금까지의 정보를 가지고 작업 공간에 저장되며 존재하게 되면 해당하는 노드를 얻어온다. 여기까지 진행된 결과를 가지고 각 노드에 연결된 아크 수를 판단하여 적절하게 노드, 아크를 제거하여 새로운 위상 정보를 구성함으로써 병합 시스템 모듈은 그 수행을 종료한다. Fig 22는 병합 시스템 모듈의 알고리즘이며 Table 3은 병합하기 위한 단위 도면 입력시 최종 병합에 이르기까지의 단위 도면의 정보를 구해가는 과정을 보이고 있다.

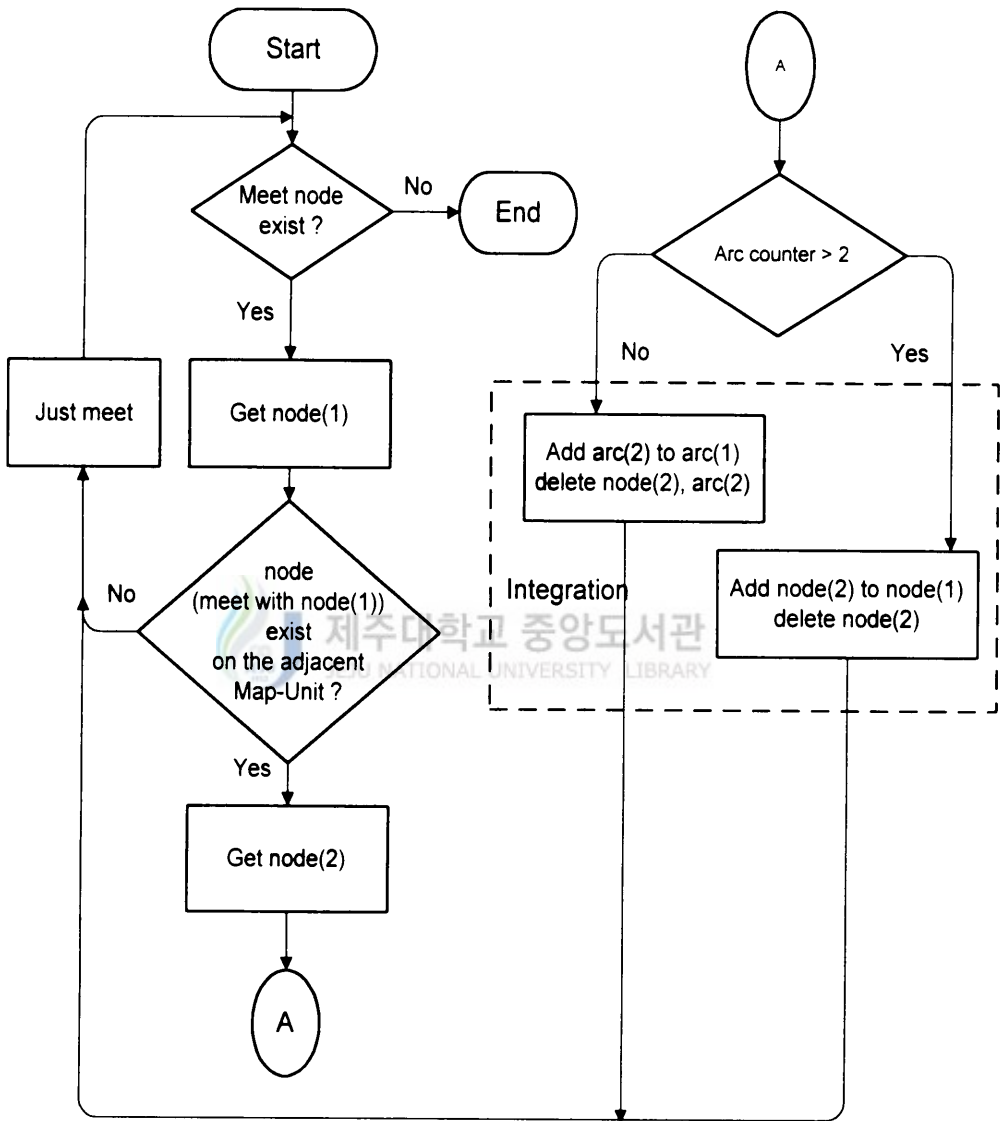


Fig. 22 Integration algorithm

Table 3. Integration step

Map-Unit 00	Map-Unit 01	Newly Data	Integration	비 고
		00 + 01 10 + 11	(00 + 01) + (10 + 11)	Left-Right
Map-Unit 10	Map-Unit 11	00 + 10 01 + 11	(00 + 10) + (01 + 11)	Top-Bottom

5) 병합된 단위 도면 관리 모듈

병합이 완료된 병합 단위 도면도 하나의 단위 도면처럼 관리될 수 있도록 하는 모듈이다. 이는 기존에 병합된 단위 도면에 추가적으로 새로운 단위 도면이 병합될 수 있도록 하기 위해서 필요한 모듈이다. 본 연구의 병합 시스템은 병합에 사용되는 단위 도면 정보가 데이터베이스로 관리되고 있기 때문에 병합된 단위 도면들도 하나의 원시 단위 도면처럼 관리되는데, 원시 단위

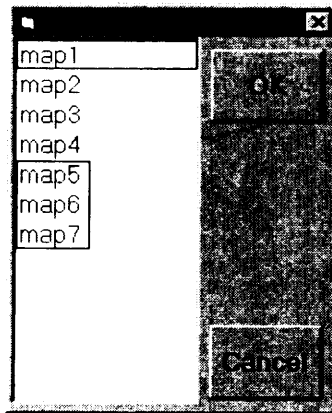


Fig. 23 Management of integrated Map-Units

도면과 병합된 단위 도면의 구분을 위해 단위 도면 객체 모델링 과정에서 병합 정보 필드를 추가한 이유는 병합된 단위 도면인지, 원시 단위 도면인지를 구분하기 위해서 객체를 모델링 하였다. Fig 23은 병합된 단위 도면들도 원시 단위 도면처럼 관리되고 있는 것을 보이고 있다. map5,6,7이 병합된 단위 도면들이다.

### 6) 병합 예제

본 연구의 구현 결과를 위해 다음과 같은 예제를 설정하고 수행하였다.

- ① 제주도 전체 도면의 특성은 도로망으로 함
- ② 전체 도면을 4개의 단위 도면으로 분할 입력



3장에서 설명한 단위 도면 구조를 이용하여 예제를 표현하면 Fig 24와 같고 병합 결과는 Fig 25 - 29에서 보여준다.

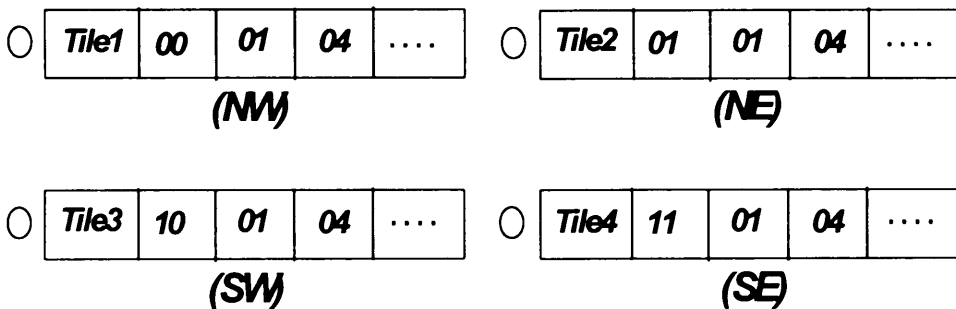


Fig. 24 Example

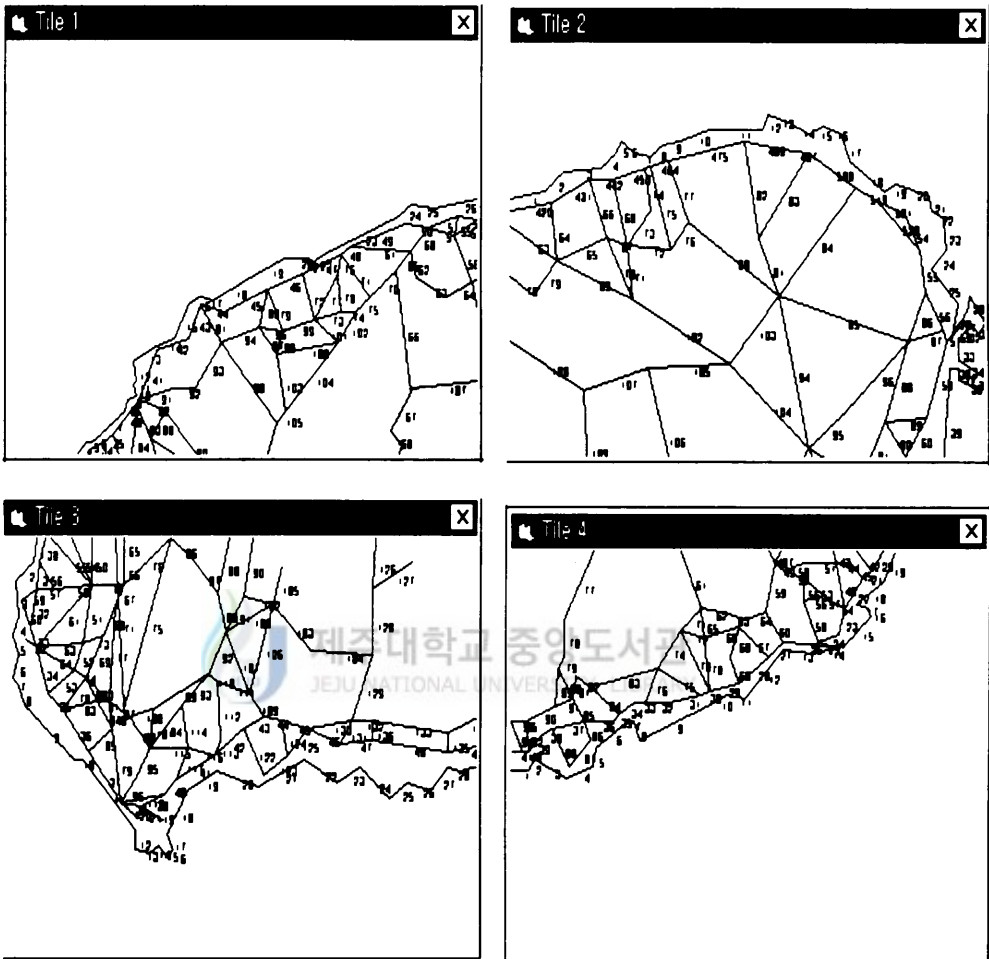


Fig. 25 Map-Units of integration sample



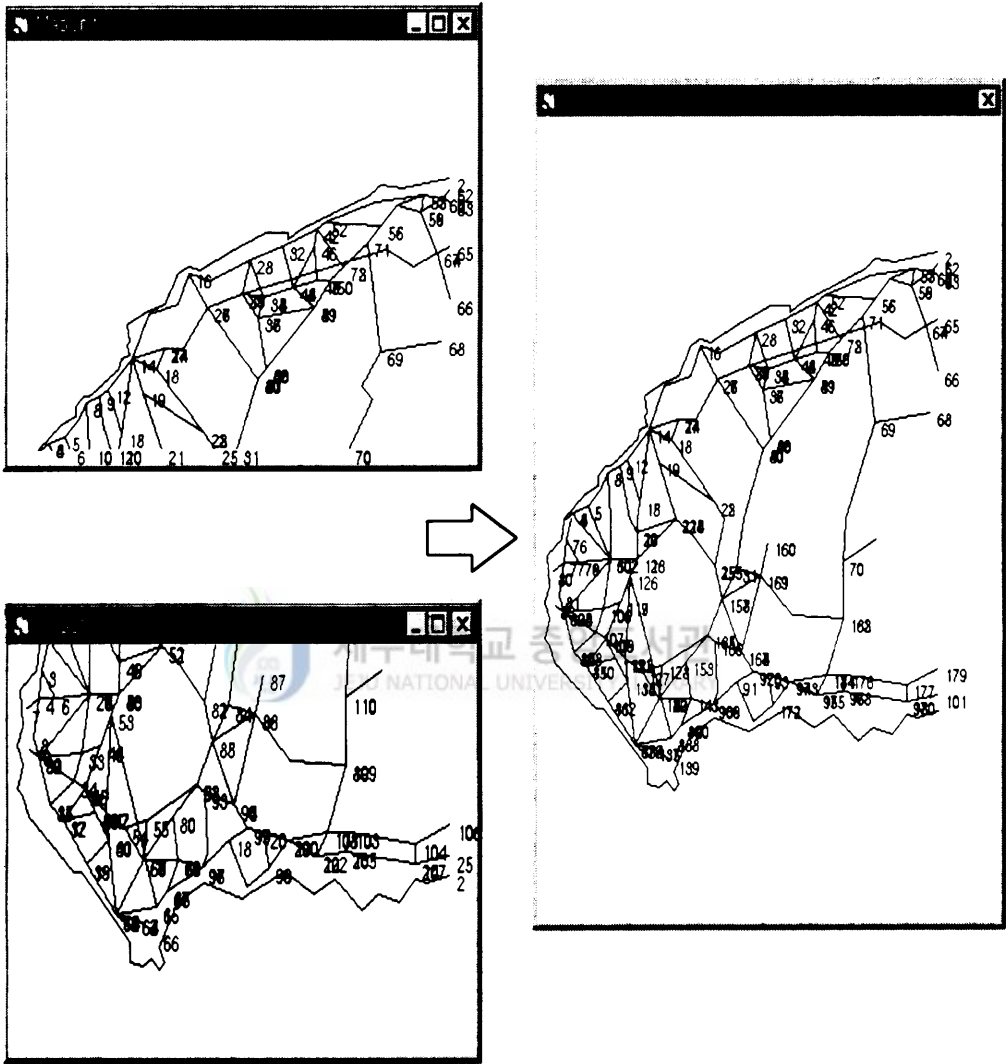


Fig. 26 Top-Bottom integration

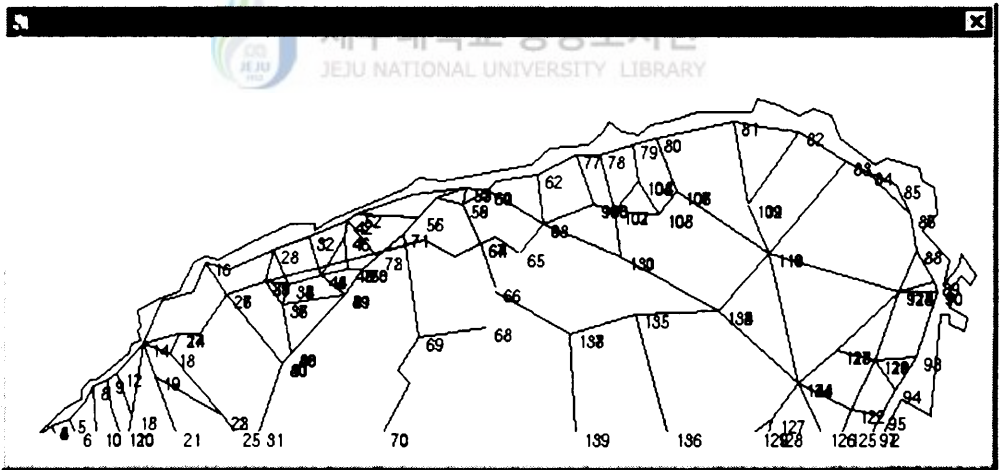
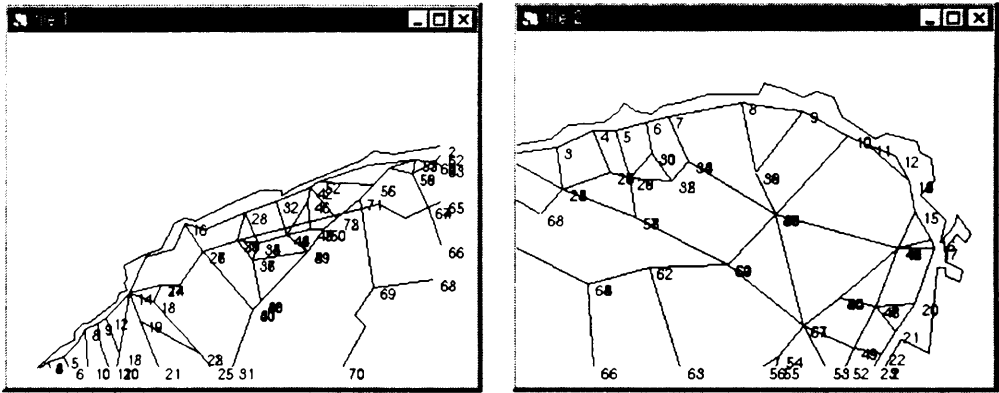
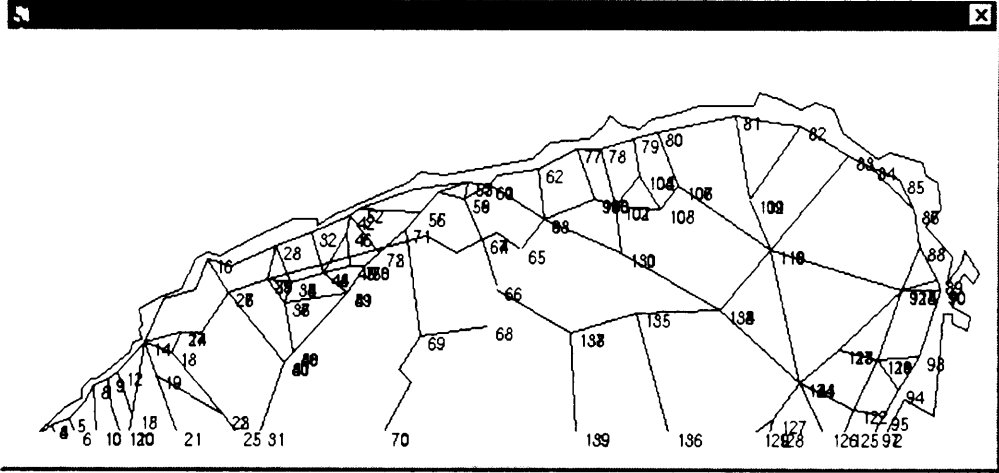


Fig. 27 Left-right integration



+

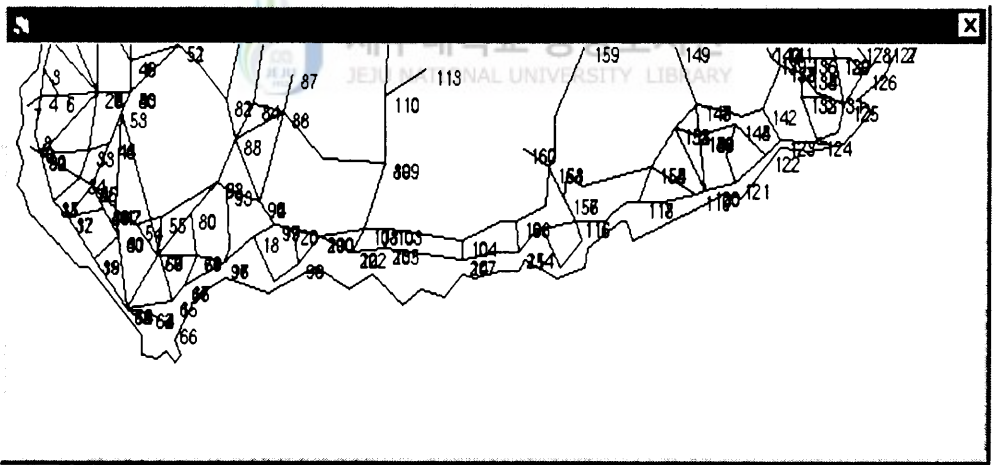


Fig. 28 Top-Bottom integration after left-right integration

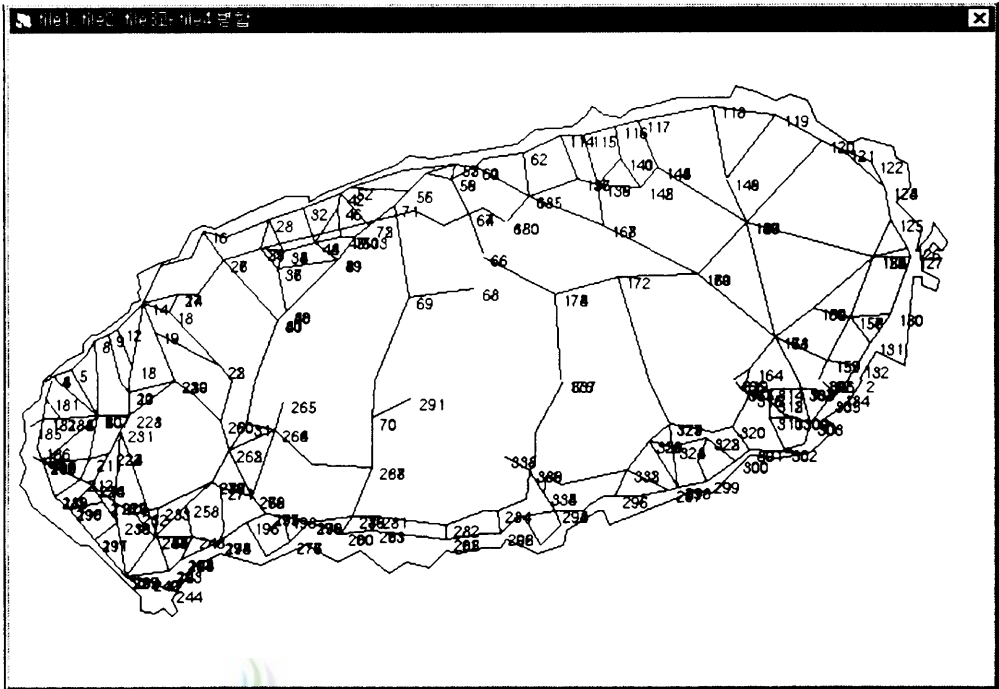


Fig. 29 Integration result

Fig 26과, Fig 27, Fig 28의 병합전 단위 도면과 병합 후의 단위 도면을 살펴보면 병합전의 단위 도면 위상 데이터 ID들이 도면끼리 중복되어 있음을 볼 수 있다. 즉, 각 단위 도면은 단위 도면마다 고유의 위상 데이터 ID를 가지고 특정 지역의 정보를 나타내고 있다. 이런 단위 도면들이 서로 병합을 하게 되면 하나의 단위 도면으로 정보들이 재구성되어야 하는데 병합 후의 단위 도면을 위에 나타난 그림을 살펴보면 전체적으로 위상 데이터 ID들이 유일하며 재구성되었음을 알 수 있다.

## V. 결과 및 고찰

지리 정보 시스템에서 다루기 쉬운 단위로 분할 입력된 단위 도면을 하나의 전체 도면으로 병합을 수행한 병합 시스템과 비교 분석한다. 병합을 수행하는 오(오, 1995)의 지리 정보 병합 연구에서는 단위 도면을 병합하기 위해 입력된 단위 도면을 기준으로 해당 단위 도면의 연결 요소를 찾아서 자동으로 병합을 수행한다. 그리고 병합될 요소는 경계선과 만나는 경우이므로 이것을 판단하기 위해 8방향 조사를 실시하고 있다. 그리고 병합하기 위한 요소를 찾아낼 때 기본적으로 아크 위상 정보를 기준으로 하며 아크를 이용한 경계선 조사 알고리즘의 흐름도는 Fig 30과 같다.

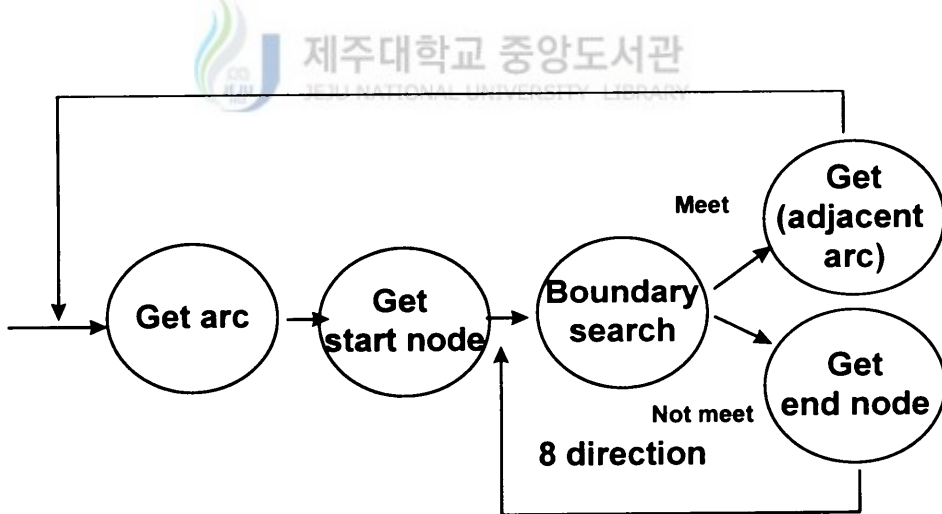


Fig. 30 O's boundary search algorithm

하나의 아크는 시작 노드와 끝 노드로 이루어지기 때문에 아크가 경계선과 만나는지의 여부를 판단할 때, 먼저 단위 도면 위상 데이터 중에서 아크를 얻어오고, 그리고 아크의 시작 노드를 구해서 8방향으로 만나는지 조사한다. 또한 끝 노드에 대해서도 마찬가지로 8방향 조사를 실시한다. 따라서 기존 연구는 병합 대상 요소가 경계선과 만나는지의 조사를 하는데 아크 요소의 시작 노드와 끝노드에 대해 각각 위와 같은 방법으로 조사한다. 따라서 해당하는 단위 도면을 병합하기 위해 인접 단위 도면과 만나는 요소를 구하는 경계선 조사 시간은 전체 병합 시간의 75%를 차지하고 있다. 즉, 경계선 조사에 많은 시간을 소요하고 있음을 알 수 있다. 하지만 본 연구는 경계선 조사에 사용될 위상 데이터를 아크가 아닌 노드 정보를 이용하고 있다. 이는 단위 도면 경계에 접한 정보가 노드이기 때문이다. 그리고 위상 생성 과정에서 추가적으로 노드에 대한 위치 정보가 얻어진 상황이기 때문에 병합시 기존 연구보다 경계

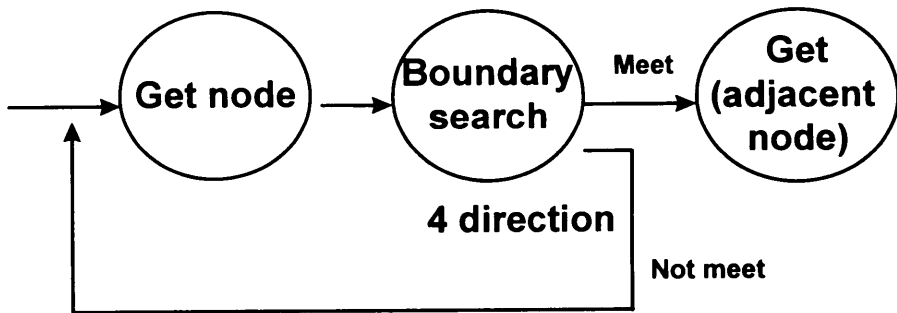


Fig. 31 Proposed boundary search algorithm

선에 접한 요소를 구하는데 참조 횟수가 줄어들며 경계선 조사도 기존 8방향

에서 4방향으로 축소했다. 이는 현실적으로 단위 도면들은 사각형의 형태로 사용되고 있다는 점을 참고했다. 그리고 본 연구로 상하, 또는 좌우 병합을 수행하면 어떠한 도면들도 병합이 가능하기 때문이기도 하다. 노드를 이용한 본 연구의 경계선 조사 알고리즘 흐름도는 Fig 31과 같다.

Fig 30과 31을 비교하면 경계선 조사에 진입하는 횟수와 경계선 조사를 실시하기 위해 필요한 요소를 얻는 과정이 단순화되었음을 알 수 있다. 또한 알고리즘의 수행 시간을 보면, 본 연구는 기존 연구에서의 아크를 구하고 노드를 구하는 시간을 생략할 수 있으며 조사 방향도 축소했기 때문에 경계선 조사에 소요되는 시간을 50% 단축시킬 수 있었다.



## VI. 결 론

지리 정보 시스템에서는 지도상에 나타나는 여러 가지 복합 정보들로 다루어야 하는 지리 정보의 양이 방대하다는 특징을 갖고 있다. 따라서 지리 정보를 특정한 영역과 특성별로 분할하여 관리하는 것이 데이터 관리와 시스템 처리의 속도면에서 효율성을 가져온다. 그렇기 때문에 분할된 지리 정보를 병합하는 적절한 병합 정책이 필요하게 되며 본 연구는 위상 데이터 모델을 사용하는 원시 지리 객체들의 모임인 단위 도면들을 병합하기 위한 병합 모델을 설계하였고 단위 도면과 단위 도면간의 공간 자료들에 대한 병합 알고리즘을 제안, 구현하였으며 병합시 경계선 조사에 소요되는 처리 속도를 개선하였다.

적절한 병합 정책으로 인해 지리 정보 시스템에서 다루는 지리 정보는 관리하기 쉬운 단위 도면으로 나눌 수 있다. 그리고 복잡한 자료들도 여러개의 간단한 단위 도면으로 구성할 수 있고, 넓은 영역의 자료도 다루기 쉬운 영역의 도면들로 분할할 수 있다. 이러한 단위 도면을 병합하는 기존의 병합 연구는 병합시에 경계선 조사에 전체 병합 소요 시간의 75%를 사용하는 단점을 알 수 있었는데 본 연구에서는 이러한 경계선 조사에 소요되는 시간을 조금 더 줄일 수 있는 방법과 알고리즘을 제안하였다.

본 연구는 공간 자료에 대한 병합이 주된 흐름이었기 때문에 속성 자료와 공간 자료의 통합 정책에 대한 구체적인 설계나 구현은 이루어지지 않았다. 이는 최근의 추세인 객체-관계 데이터베이스(Object-Relational Database)를 기반으로 시스템을 발전시킨다면 어렵지 않게 구축될 것이다. 그 밖에 통합시



에 발생할 수 있는 여러 오류들에 대한 처리 정책과 기존의 자료에 대한 링크  
만으로 병합의 효과를 낼 수 있는 방법에 대한 연구도 병행되어야 할 것이다.



## 참고 문헌

- Bruce Q. Rado, Andrew S. Bury and Christine C. Smith, 1991  
"Raster-Vector Integration: Real-World Solutions", Baltimore  
Technical Papers, ACSM-ASPRS Annual Convention Vol.  
4 GIS. pp. 166-172.
- ESRI inc, 1990, "PC Understanding GIS : The ARC/INFO Method".
- ESRI, 1989, "PC Arc/Info Starter Kit" JAN.
- 박경은, 김장수, 1996, "지리 정보 시스템의 위상 처리 방안 연구", 정보 통신  
연구.
- 박재용, 1992, "지리 정보 시스템에서 TOPOLOGY MODEL을 기반으로 한  
HIERARCHICAL TOPOLOGY의 연구".
- G.H.Kirbby, M. Visvalingam, P. Wade, 1989, "Recognition and  
Representation of a Hierarchy of Polygons with Holes",  
The Computer Journal Vol. 32, No. 6, pp.554-562.
- 한국 통신 개발 연구원, 1995, " GIS를 위한 지리 정보의 위상 처리 방안 연  
구".
- J.R.이스트만/연상호, 이상석, 1994, "GIS 개론 및 실습".
- John C. Antenucci, et al, 1991, "Geographic Information Systems : A  
guide to the technology", Van Nostrand Reinhold.
- Kevin M. Johnston, 1991, "New-generation GIS Integrates Vector and  
Raster Tools", GIS World. Vol. 4, No. 5, Aug. pp, 92-94.

과학기술처, 1993, “지리 정보 시스템 활용 방법”.

권태호, 1992, “ VECTOR MODEL에 근거한 지리 정보의 디스플레이에 관한 연구”.

. 김덕환, 박호현, 정진완, 1995, “ GIS를 위한 공간 색인 및 공간 질의 처리 기법”, 한국 정보 과학회, 13권 3호.

유근배, 1990, “지리 정보론 ”.

오현석, 1995, “지리 정보 시스템에서 단위 도면 병합에 관한 연구”, 석사 학위 논문, 연세대학교.

이현숙, 박경은, 오경희, 김장수, 1995, “ 객체 지향형 지리정보 데이터베이스 관리시스템 : GeoBASE”, 정보과학회지 13권 3호.

임수미, 김장수, 1995, “지리 정보 시스템의 공간 색인 기법 고찰”, 정보 통신 연구.



M.F.Worboys, P. Bofakos, 1993, “A Canonical Model for a Class of Areal Spatial Object”, Advanced in Spatial Database, pp.36-52.

Ralf Hartmut Guting, 1994, “An Introduction to Spatial Database Systems”, VLDU Journal, 3, pp. 357-399.

R G Healey, 1991, “Geographical Information System - Principles and Applications, ”Longman Scientific & Technical, pp. 251-267.

Ron C. Spencer/Robert D. Menard, 1989, “Integrating Raster/Vector Technology in a Geographic Information System”, GIS/LIS'89 Proceedings, Vol. 1, Nov, pp. 1-8.

## 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 교수님께도 이 지면을 빌어 다시 한번 진심으로 감사를 드립니다.

어느덧 저에게는 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 대학원 생활동안 하루도 불평 없이 늘 함께 했고, 논문의 완성을 위해 많은 밤을 하얗게 지새우며 구현의 debugging을 도와주신 동료이자 선배님인 행진형과 문치웅 선생님, 대영 형에게도 감사를 드립니다. 그리고 대학원 동료들과 옆에서 많은 도움을 주신 공과대학 조교 선생님들, 바쁠 때 항상 옆에 있어준 순현, 윤경이에게도 고마움을 전합니다.

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

끝으로, 오늘 이 순간이 되기까지 끝없는 사랑을 주신 부모님과 큰 일이 있을 때면 항상 챙겨준 둘도 없는 친구 영민, 항상 힘이 되어줬고 동생처럼 아껴준 승철형과 일오인, 샘들그림 관계 직원들, 그리고 많은 시간이 흘러서 더 그리운 스물 일곱과 스물 여덟의 연인에게 이 작은 논문을 바칩니다.

1996년 12월 21일

연구실에서...