

## 地理情報시스템에서 Node의 위상 정보를 利用한 單位圖面 併合

김정희\* · 이상준\* · 곽호영\*

## Integration of Map Units Using the Information of the topology within a GIS

Jeong-Hee Kim\*, Sang-Joon Lee\* and Ho-Young Kwak\*

### Abstract

In general, the large amount of informations of GIS makes it difficult to extract the useful informations from the map data. so if we can process the map data by partial units, it is able to make the problem straightforward and easy to process, and it also overcomes the limitation of the input device systems.

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

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

**Key words** : Geographic Information System(GIS), GIS integration algorithm

### 1. 서론

지리 정보 시스템(GIS)은 공간상의 정보들을 사용자의 다양한 요구조건에 따라 텍스트와

그래픽 이미지를 출력하는 기능을 제공해 주기 때문에 공간을 다루는 학문과 응용에서 최근 활발히 연구되고 있다<sup>1),2),3)</sup>.

지리 정보 시스템은 일반 텍스트 기반의 시스템과는 달리 지도상의 데이터를 위치와 속성으로 구분하여 관리한다<sup>2),4)</sup>. 그리고 지리 정보 시스템과 관련된 연구들을 살펴보면, 위

---

\* 제주대학교 정보공학과  
Dept. of Information Eng., Cheju Nat'l Univ.

치와 속성 데이터의 통합에 관한 데이터베이스 구축방안<sup>5)</sup>, 위치 정보를 표현하는 위상 관계 모델<sup>6),7)</sup>, 또는 공간 질의 기법<sup>8)</sup>들이 연구되었으며, 지리 정보 시스템이 처리하는 데이터 양의 방대함에 따라 지도상의 데이터를 특정 영역으로 분할하여 처리하는 분할 기법과 이렇게 분할된 영역을 다시 하나로 합쳐주는 병합 기법<sup>9)</sup>에 대한 연구들도 이루어져 왔다.

본 논문은 지도 데이터에 대한 위상 데이터 모델<sup>2),4)</sup>을 생성한 후 생성된 데이터를 가지고 단위 도면 경계와 만남 여부를 판단하여 병합을 수행하는 기존 병합 방법의 개선에 관한 연구이다. 아크(arc)를 이용한 기존 병합 방법은 병합하고자 하는 단위 도면 전체에 존재하는 아크(arc) 위상 정보를 계속 추적해서 병합의 여부를 판단하게 되는데 이는 어떤 특정한 아크(arc)가 단위 도면 경계선과 만나는지를 판단하기 위한 이유이기 때문이다. 따라서 모든 아크(arc)의 시작/끝 정보를 이용하여 단위 도면 경계선과의 만남 여부를 판단하기 때문에 병합 전체 시간의 75%를 단위 도면 경계선과의 만남 여부를 판단하는데 소요된다<sup>9)</sup>. 따라서 본 연구에서는 위상 데이터 모델 생성과정에서 노드(node)의 위치를 나타내는 정보를 추가로 얻고 해당 단위 도면의 경계선과의 만남 여부를 아크 정보를 이용하지 않고 노드의 위치 정보만을 이용하여 병합을 수행함으로써 병합 전체에 소요되는 시간을 단축하는데 있다.

지리 정보 시스템에서 병합의 중요성은 공간 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, 그

리고 그 시스템이 사용하고 있는 데이터 모델에 따라 설계되어야 한다<sup>9)</sup>.

본 연구에서는 단위 도면으로 나누어 관리되고 있는 지리 정보들을 효과적으로 병합해 주기 위한 개념적 요소들을 조사 분석하고 병합에 사용될 노드(node)의 위상 정보를 구하기 위한 알고리즘을 제안하며 그 결과를 가지고 병합을 구현한다.

## II. 단위 도면 병합 시스템 모델링

지리 정보 시스템은 다양한 응용 분야를 가지고 있으며 이는 적용 대상이나 사용 목적에 따라 그 명칭도 다양하다<sup>7)</sup>. 본 연구에서는 지리 정보 시스템에서 사용이 되는 기본적인 정보중에서 지도상의 정보를 가지고 위상 정보를 생성하는 과정과 병합의 대상인 단위 도면, 그리고 병합 시스템을 모델링한다.

### 1. 위상 생성 과정

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 노드 위상 테이블에서 순차적으로 노드들을 검색하고 노드가 경계선과 만나는지를 노드 위상 ID와 경계선 값을 비교하여 검사할 수 있게 된다. 따라서 경계선과 만나는지 판별할 때 단순히 노드 위상 테이블의 노드 위치 정보 필드만을 참고함으로써 병합을 수행할 수 있다. 따라서 병합시 단위 도면의 모든 아크를 불러와서 아크의 시작/끝 위치를 구하고 경계와 만나는지를 계산하는 시간과 비교 테이블을 생성하는 시간을 줄일 수 있다.

노드는 단일 노드와 연결 노드가 있으며 노드에 연결된 아크들을 갖는다. 그리고 본 연구에서 병합에 사용될 노드 위치 정보를 추가로 갖

는다. 아크(arc)는 위상을 구축하는데 기본이 되는 관계를 나타내기 위하여 아크 정보, 아크의 시작 위치, 끝 위치, 그리고 아크의 중간점들에 대한 정보들을 갖는다.

## 2. 위상 정보 생성 및 노드 위치 정보를 구하는 알고리즘

본 연구에서 지도 정보를 디지털화하여 노드와 아크 위상, 그리고 노드 위치 정보를 구하기 위해 사용된 알고리즘은 다음과 같다.

## 3. 단위 도면

병합시 병합의 대상(객체)인 단위 도면을 모델링하기 위해 전체 도면을 도면의 여러 자료들 중에서 하나의 특성을 가지는 Layer들로 구성한다. Tile은 Layer중에서 영역 단위로 나누는 방법이다.

단위 도면 객체는 Layer의 특성과 전체 도면 내에서 자신이 어디에 위치하는지를 나타내는 값(행,열)을 가지며, 도면내의 특성과 영역을 나타내는 Layer의 특성과 분할 정보, 단위 도

```

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
  
```

면의 left, top, right, bottom의 경계값, 그리고 병합된 단위 도면 정보를 가진다.

#### 4. 병합 시스템

병합 시스템은 실제로 단위 도면들을 병합하는 역할을 수행한다. Fig. 1은 전체 병합 시스템 모델이다. 병합대상인 단위 도면이 선택되면 선택된 단위 도면의 노드 위치 정보를 가지고 단위 도면 경계선과의 만남 여부를 검사한다. 검사 결과 병합이 되어야 하는 정보를 새롭게 생성해 내고 병합을 최종 수행한다. 최종 수행 결과 병합된 새로운 단위 도면은 하나의 단위 도면으로 관리된다. 그리고 사용자가 요구하는 데이터에 대해 일관되고 명확한 데이터를 지원함과 동시에 최적의 파일 관리, 그리고 병합시 다른 단위 도면과 병합되고 있는 단위 도면을 중복하여 병합 가능토록 하기 위해서도 단위 도면들에 해당하는 데이터들을 데이터 베이스화하는 것이 바람직하기 때문에 데이터베이스 관리 시스템이 존재한다.

### III. 설계 및 구현

#### 1. 병합 시스템 모듈의 구조와 기능

##### 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 선택하게되면 병합 시스템으로 제어가 넘어간다. 병합은 좌우 병합, 상하 병합 방법을 기본 원리로 하였다.

##### 2) 경계에 접하는 노드 조사 모듈

단위 도면의 위상 관계 테이블중에서 노드에 관한 정보를 순차적으로 검색하면 단위 도면 경계와 만나는 노드들을 구할 수 있다. 단위 도면 경계와 만나는 경우를 판단할 때는 단위 도면 경계값 left, right, top, bottom순으로 이루어진다.

##### 3) 경계에 접하는 노드 정보 등록 모듈

2)에 의해 경계선과 만나는 노드들은 해당 노드 위상 정보들로 새롭게 구성이 되는데, Fig. 2와 같은 단위도면은 경계선과 인접하는 노드 정보들과 함께 Table 1에서 보여주는 것처럼 새로운 정보가 구성된다.

##### 4) 병합 모듈

###### ① 인접하는 노드의 아크가 1개일 때

이런 예는 Fig. 3의 (a)와 같으며 (b)처럼 병합이 이루어져야 한다. 인접하는 노드의 아크 개수가 1개일 때는 노드와 아크가 제거되어야 한다. 따라서 병합전에 위상 정보를 나타내던 노드, 아크 정보들이 Fig. 4처럼 새롭게 구성이 된다.

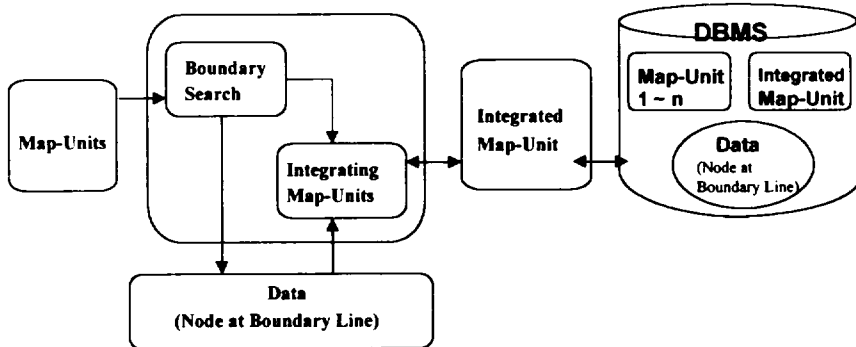


Fig. 1 Integration system model

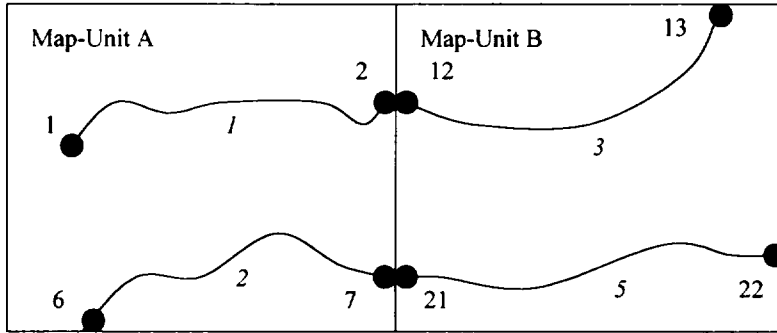


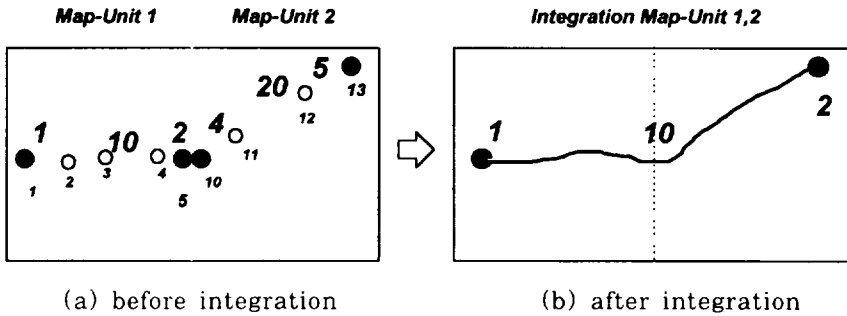
Fig. 2 Map-Unit Example

Table 1 Amended data about meet to the boundary line

NodeID	PosID	C_A	Direct	NodeID	PosID	C_A
2	5	1	2	12	49	3
7	10	2	2	21	15	5
.	.	.	.	.	.	.

Map-Unit A

Map-Unit B



(a) before integration

(b) after integration

Fig. 3 Integration with 2 arcs

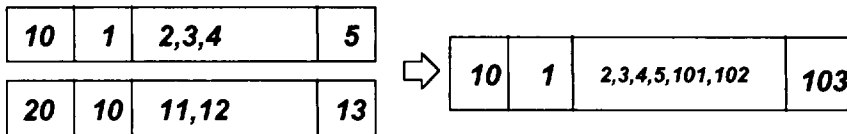


Fig. 4 Amended data after integration of Fig. 3

② 인접하는 노드의 아크가 2개 이상일 때  
이런 예는 Fig. 5의 (a)와 같으며 (b)처럼

병합이 이루어져야 한다. 인접하는 노드의 아크  
개수가 2개 이상일 때는 노드가 제거되어야 한

다. 따라서 병합전에 위상 정보를 나타내던 노드, 아크 정보들이 Fig. 6처럼 새롭게 구성이 되어야 한다.

도면처럼 관리될 수 있도록 하는 모듈이다. 이는 기존에 병합된 단위 도면에 추가적으로 새로운 단위 도면이 병합될 수 있도록 하기 위해서

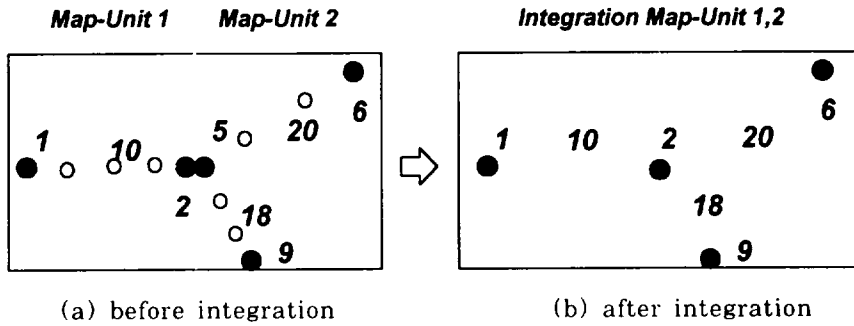


Fig. 5 Integration with 3 arcs

10	1	MidPos	5
18	10	MidPos	15
20	10	MidPos	13

10	1	MidPos	5
58	5	MidPos	95
60	5	MidPos	93

Fig. 6 Amended data after integration of Fig. 5

여기까지 진행된 결과를 가지고 각 노드에 연결된 아크 수를 판단하여 적절하게 노드, 아크를 제거하여 새로운 위상 정보를 구성함으로써 병합 시스템 모듈은 그 수행을 종료한다. Table 2는 병합하기 위한 단위 도면 입력시 최종 병합에 이르기까지의 단위 도면의 정보를 구해가는 과정을 보이고 있다.

필요한 모듈이다. 병합된 단위 도면들도 하나의 원시 단위 도면처럼 관리되는데, 원시 단위 도면과 병합된 단위 도면의 구분을 위해 단위 도면 객체 모델링 과정에서 병합 정보 필드를 추가하여 모델링 하였다. Fig. 7는 병합된 단위 도면들도 원시 단위 도면처럼 관리되고 있는 것을 보이고 있다. map5,6,7이 병합된 단위 도면들이다.

5) 병합된 단위 도면 관리 모듈

병합이 완료된 병합 단위 도면을 하나의 단위

6) 병합 예제

Table 2 Integration step

Map-Unit 00	Map-Unit 01
Map-Unit 10	Map-Unit 11

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

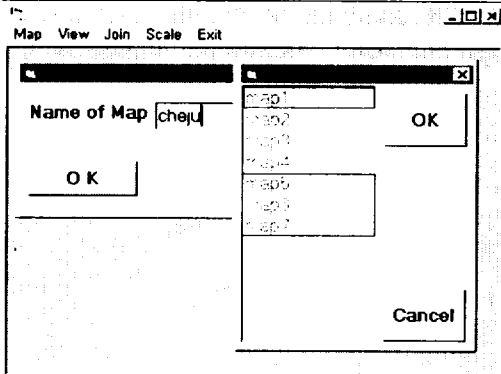


Fig. 7 Management of integrated Map-Units

본 연구의 구현 결과를 위해 제주도 전체 도로망을 대상으로 전체 도면을 4개의 단위 도면으로 입력한 후 시스템에서 처리하였다. 단위 도면 구조를 이용하여 예제를 표현하면 Fig. 8 - 9와 같고 병합 결과는 Fig. 10 - 13에서 보여준다.

### VI. 결론

본 연구에서는 위상 데이터 모델을 사용하는 원시 지리 객체들의 모임인 단위 도면들을 병합하기 위한 병합 모델을 설계하였고 단위 도면과

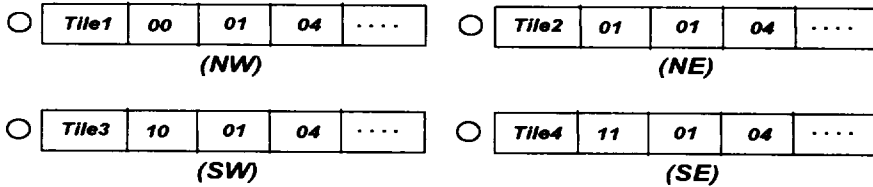


Fig. 8 Input units information

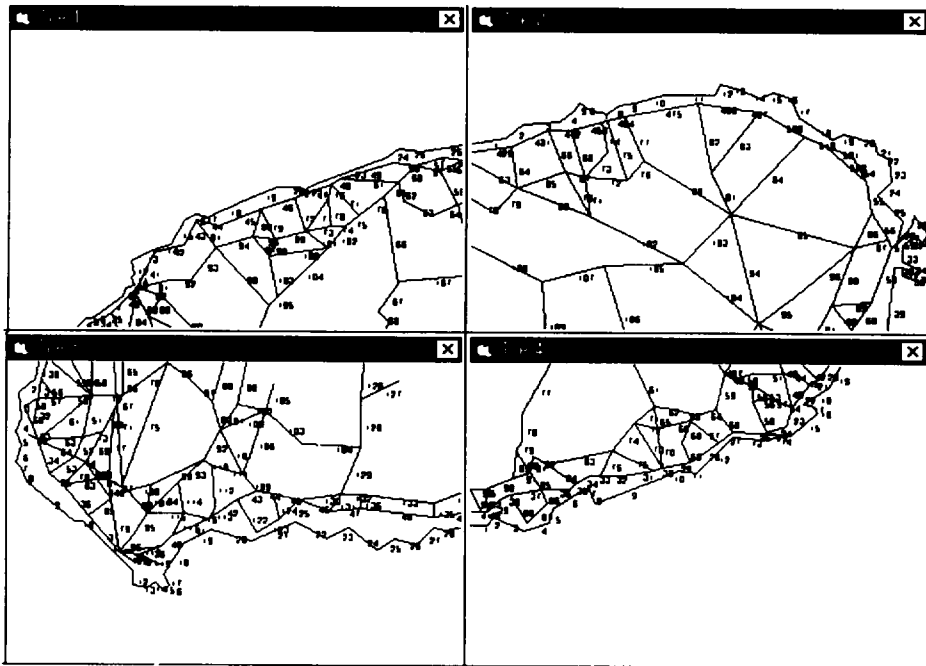


Fig. 9 Input Map-Units of the integration system

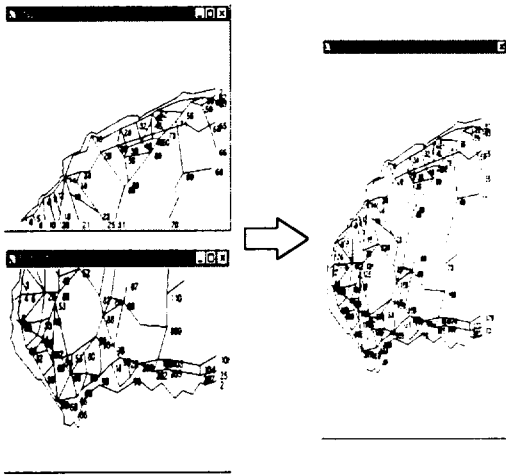


Fig. 10 Top-Bottom integration result

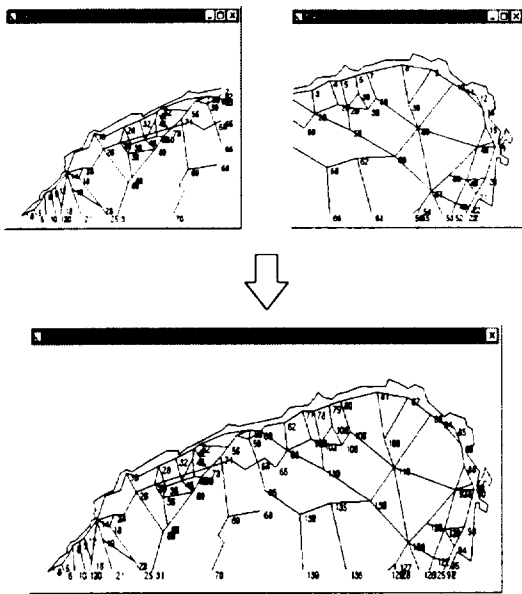


Fig. 11 Left-right integration result

단위 도면간의 공간 자료들에 대한 병합 알고리즘을 제안, 구현하였다. 단위 도면 경계에 접한 정보가 노드(node)이기 때문에 경계선 조사에 사용될 위상 데이터를 아크가 아닌 노드 정보를 이용하였다. 그리고 위상 생성 과정에서 추가적으로 노드에 대한 위치 정보를 얻을 수 있어서

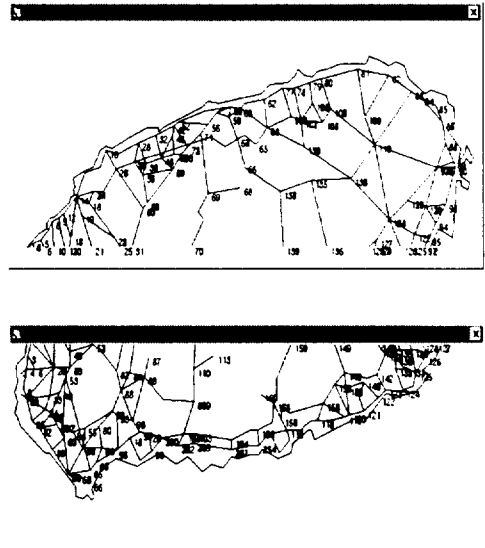


Fig. 12 Top-Bottom integration after left-right integration result

병합시 기존 연구보다 경계선에 접한 요소를 구하는데 참조 횟수가 적어짐을 알 수 있었다. 또한 경계선 조사 방향도 기존 8방향에서 4방향으로 축소했기 때문에 보다 적은 시간으로 처리할 수 있었다. 4방향 조사는 현실적으로 단위 도면들은 사각형의 형태로 사용되고 있다는 점을 참고했다. 그리고 본 연구로 상하, 또는 좌우 병합을 수행하면 어떠한 도면들도 병합이 가능하기 때문이기도 하다.

본 연구는 공간 자료에 대한 병합을 주 대상으로 하였기 때문에 도로의 길이나 폭, 도로명등의 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 통합시에 발생할 수 있는 여러 오류들에 대한 처리 정책과 기존의 자료에 대한 링크만으로 병합의 효과를 낼 수 있는 방법에 대한 연구도 병행되어야 할 것이다.



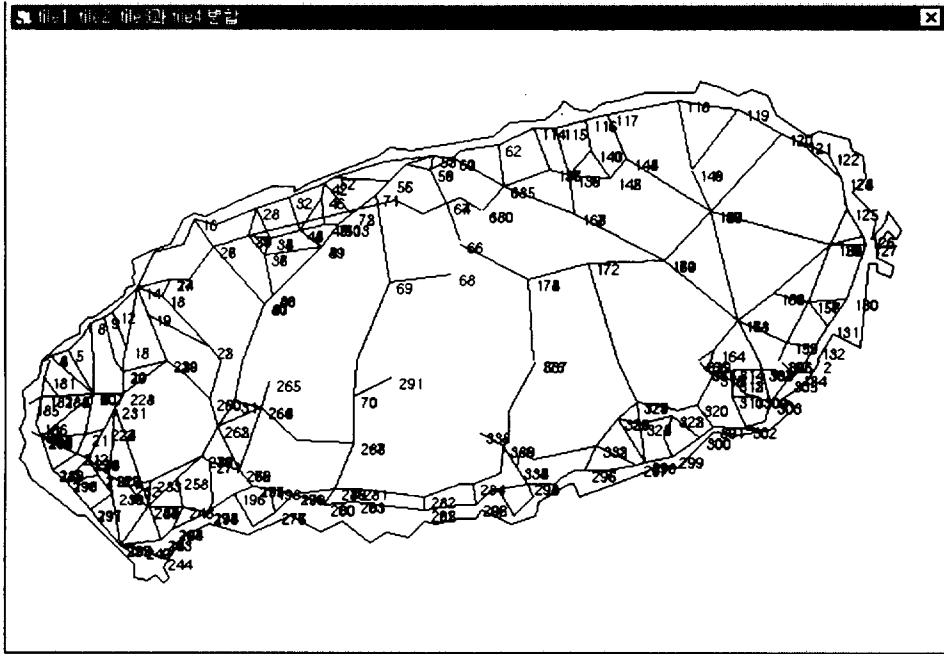


Fig. 13 Final Integration result

### 참고 문헌

- 1) 과학기술처, 1993, "지리 정보 시스템 활용 방법".
- 2) 유근배, 1990, "지리 정보론", 상조사.
- 3) Healey, R. G. 1991, "Geographical Information System-Principles and Applications", Longman Scientific & Technical, pp. 251-267.
- 4) John C. Antenucci, et al, 1991, "Geographic Information Systems : A guide to the technology", Van Nostrand Reinhold.
- 5) 이현숙, 박경은, 오경희, 김장수, 1995, "객체 지향형 지리정보 데이터베이스 관리시스템 : GeoBASE", 정보과학회지 13권 3호.

pp. 88-101.

- 6) Kirby, G. H. Visvalingam, M. Wade, P. 1989, "Recognition and Representation of a Hierarchy of Polygons with Holes", The Computer Journal, Vol. 32, No. 6, pp.554-562.
- 7) Worboys, M. F. Bofakos, P. 1993, "A Canonical Model for a Class of Areal Spatial Object", Advanced in Spatial Database, pp.36-52.
- 8) 김덕환, 박호현, 정진완, 1995, "GIS를 위한 공간 색인 및 공간 질의 처리 기법", 한국정보 과학회, 13권 3호, pp. 48-57.
- 9) 오현석, 1995, "지리 정보 시스템에서 단위 도면 병합에 관한 연구", 석사 학위 논문, 연세대학교.