

지적도면 전산화를 위한 알고리즘에 관한 연구 A Study on Algorithm for Computerization of Cadastral Maps

金忠平 · 金甘來

Kim, Choong-Pyung · Kim, Kam-Lea

요 旨

오늘날 지형공간정보체계의 발전과 더불어 그 사용의 폭이 넓어지고 있으며, 그 한 분야로써 토지정보시스템에 관한 요구가 증대되고 있다. 현재 국내에서는 관련기관인 행정자치부를 중심으로 지적재조사 사업을 위한 계획 및 검토가 활발히 진행되고 있으며, 현 지적도에 대한 문제를 중심으로 궁극적으로 지적 재조사를 목표로 하고 있다. 하지만 이 사업은 그 중요도면에서 충분한 시간을 가지고 수행될 사업이기 때문에 당장의 효과를 기대하기는 어려운 상황이다. 그러나, 지적도와 관련된 업무나 민원의 측면에서 지적도면의 전산화는 비록 현재의 지적도를 사용할 수 밖에 없다 하더라도 추진되어 효과적으로 사용되어야 한다. 현 지적도를 사용할 때 동일 축척의 경우는 도곽 별 접합에 일반 업무상의 규칙을 적용하여 실시할 수 있으나, 리·동(행정구역)간 및 상이한 축척의 경우 적용하기가 곤란하다. 그러므로 일반적인 위상 알고리즘, Polygon화 알고리즘 및 가상 위상 알고리즘을 적용하여 현재 지적도의 각각에 대한 필지 형태 및 면적을 유지하면서 응용 업무를 수행할 수 있는 방안을 모색하였다. 3가지 알고리즘을 적용하여 본 결과 실제 업무 적용면에서 Polygon화 알고리즘, 가상 위상 알고리즘, 일반 위상 알고리즘의 순서로 효과적인 것으로 나타났다.

ABSTRACT

Today Geo-Spatial Information System(GSIS) has developed and used more widely, and especially it has been more greatly asked for Land Information System as a part of GSIS. Now it has been planning and monitoring for remaking of cadastral maps by the Ministry of Government Administration and Home Affairs. But this is long term project because of the importance of itself. And then it has been needed to computerize cadastral maps for implementation of relative tasks and services. Cadastral maps have some problems; for example, map join in different scales, different administration boundary and so on. In this study General topology algorithm, Polygonization algorithm and Pseudo-topology algorithm was adapted in computerization of cadastral maps. This is called digital map. The area and shape of parcels do not change. As a result it was found that Polygonization algorithm is the best of 3 algorithm and General topology algorithm is the worst.

1. 서 론

1980년대 중반 이후 우리나라에 소개되어 구축되기 시작한 GSIS(지형공간정보체계)는 처음 사용자와 개발자간의 이해부족 등으로 말미암아 다소의 시행착오를 거쳤으나, 정부기관 및 지방자치단체를 중심으로 활발히 진행되고 있다. GSIS 시스템의 구축은 주로 지형도를 중심으로 이루어져 왔으며, 공간분석개념으로부터 토지, 자원, 도시, 환경, 농업, 해양 및 군사에 이르기까지

*정회원, 명지대학교 박사과정수료

**정회원, 명지대학교 토목·환경공학과 교수

지 광범위한 분야에 걸쳐 다루어지고 있다.

이는 그 활용면에서 다시 크게 토지정보체계(Land Information System: LIS), 지리정보체계(Geographic Information System: GIS), 도시정보체계(Urban Information System: UIS) 및 도면자동화/시설물관리(Automated Mapping/Facilities Management: AM/FM) 등으로 나눌 수 있다.

특히, 토지정보체계의 경우 토지관리를 목적으로 하며, 다목적 지적으로의 가치 확대를 위하여 토지 소유권에 관한 기록의 유지관리, 토지의 재산가치 확인 및 토지분할 등 행정업무 지원에 관하여 연구 개발되고

있다.

이런 맥락에서 1987년부터 내무부를 주관기관으로 하여 지적 행정업무와 관련된 부동산관리시스템이 개발되기 시작하여 1992년부터 전국온라인으로 서비스를 실시하게 되었으며, 이와 같은 지적전산화와 연계하여 1992년부터 지적도면에 대한 전산화 방안의 모색이 진행중에 있다. 지적도면 전산화와 관련하여 1995년에는 경상남도 창원시의 일부 지역을 대상으로 지적재조사 사업에 대한 실험사업을 실시하여 프로토타입 형태의 모형시스템을 개발하였으며, 1996년부터 대전광역시 유성구를 대상으로 하여 시범시스템 개발이 이루어졌다.

이제까지 지적도면의 전산화는 GIS의 DB 구축 방식인 Topology를 나타내는 일반적인 Polygon을 생성하여 이루어져 왔으나, 일반지형자료와는 달리 지적도면은 행정경계 불일치 및 상이한 축척으로 인해 전산화 시 필지 Polygon의 중첩현상이 발생한다. 이러한 현상은 근본적으로 지적재조사 사업을 통하여 해결하여야 하나 재조사사업의 실시는 장기간이 소요될 것이므로 그 이전에 현재의 지적도면의 전산화를 통하여 각종 지적 업무를 개선하기 위한 시스템으로 활용하여야 할 것이다.

본 연구는 지적도면의 전산화시 발생하는 문제점을 해결하는 알고리즘의 개발을 위하여 일반적인 위상 알고리즘 외에 가상 위상 알고리즘 및 Polygon화 알고리즘에 대하여 그 방법에 따른 Database 구축과 응용프로그램 작성에 관하여 비교 검토하므로써 보다 효과적인 지적도면의 전산화를 이루는데 목적이 있다.

2. 지적도면의 전산화

본 연구는 지적도면의 전산화와 그 활용방안에 관한 내용으로 기본속성 자료는 도형처리와 함께 작업하였으나, 업무와 관련된 주된 속성들은 기존의 부동산관리 시스템으로부터 연계하여 적용하였다.

2.1 지적도면의 입력

지적도면의 전산화를 위한 입력은 도해지역에 대하여는 Scanning하여 Vectorizing하는 방법과 Digitizing하는 방법이 있으며, 수치지적 시행지역에 대하여는 좌표입력에 의한 도형처리 방법 등 세 가지 형태로 나눌

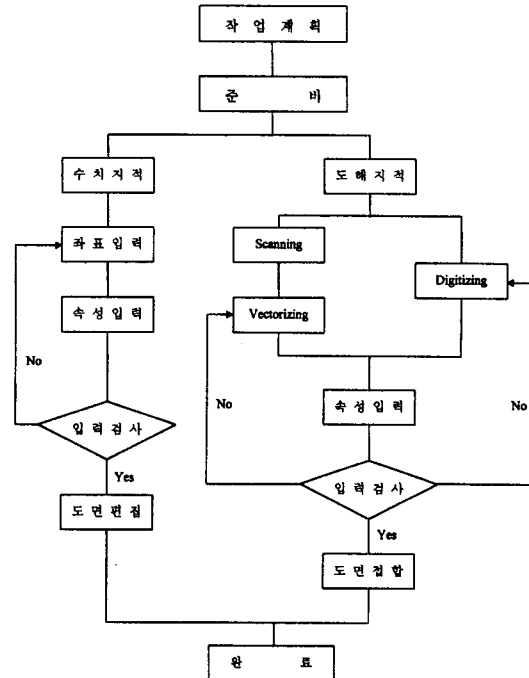


그림 1. 지적도면 입력의 작업흐름도

수 있으며, 작업흐름도는 그림 1과 같다.

2.2 지적도면의 수치화시 고려사항

현재는 행정업무나 민원발급시 지적도면을 복사하여 사용하고 있으며, 이를 전산화할 경우 다음과 같은 3가지 사항을 고려하여야 한다.

첫째로는 필지경계선의 불일치문제이다. 불일치가 나타나는 경우는 여러가지가 있는데, 지적도면의 축척이 도해지적의 경우 1/600, 1/1200, 1/2400, 1/3000, 1/6000 등이고 수치지적의 경우 1/500, 1/1000 등으로 상이한 축척의 도면을 접합시 불일치가 발생하는 경우, 각 도곽마다의 원점이 통일원점, 구소삼각점 및 특별소삼각점 등으로 다름으로 해서 발생하는 경우, 도면신축 등 지적도 관리상의 부실에 의한 경우, 지적도면의 재작성시 신축오차 보정의 오류에 의한 원인 등이 있다.

둘째로는 이를 수치화하기 위해서는 지적도면 수치화를 위한 작업규정을 제정하여 Layer의 설정, 접합규정, 지적도 이동정리규정 등에 관한 내용을 담고 있어야 한다.

셋째로 지적도면 입력시 오차에 관한 사항으로서 좌표 독취시 작업자의 개인오차, 도면상태의 불량으로 인

한 오차, 일률적인 신축보정에 의한 현지와 불부합 가중 및 면적보정은 가능하나 절대위치 확인의 불합리 등을 고려하여야 한다.

본 연구에서는 필지경계선의 불일치중 축척 및 행정 경계에 의해 나타나는 사항만을 고려하였으며, 기타 접합 문제에 관해서는 별도의 연구가 필요하므로 제외하였다.

2.3 지적도면의 전산화 알고리즘의 적용

지적도의 경우 Polygon으로 모든 필지를 표현할 수 있기 때문에 초기 단계에서는 일반적인 위상관계로 표현이 가능하다.

그러나 앞서도 문제점으로 제시되었으나, 실제 지적도면의 입력시 적절한 업무수행을 위하여 시스템내에서 좌표로 입력되어 있는 필지가 연속성을 갖는 지도의 형태를 취해야 하나 실제 그렇지 못하므로 이에 대한 고려가 필요하다.

지적도면에서 필지의 연속성에 관한 고려 사항은 다음과 같다.

- 동일축척간의 접합
- 상이한 축척간의 접합
- 동일 행정구역간의 접합
- 상이한 행정구역간의 접합

이중 동일 행정구역내의 동일축척간의 도곽접합은 접합에 관한 작업규정을 마련하여 실시해야 하는 관계로 본 연구에서는 제외하고 서로 다른 타행정구역간 동일축척 및 동일행정구역내 서로 다른 타축척을 갖는 도면에 관한 사항만을 대상으로 한다.

이를 표로 나타내면 표 1과 같다.

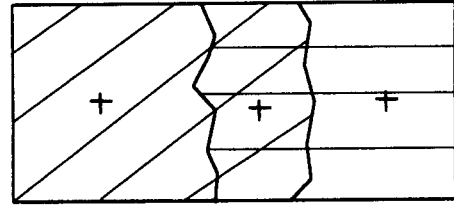
접합시 필지의 경계에서 발생하는 문제의 유형은 그림 2와 같다.

본 연구에서 지적도면의 전산화시 효과적인 도형자료의 처리를 위하여 3 가지 알고리즘을 사용하였다.

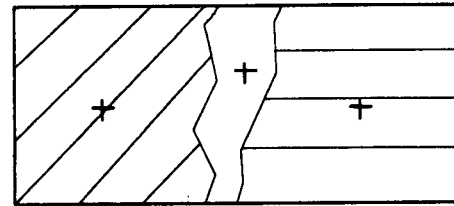
먼저 일반적인 위상관계에서 Polygon Layer 개념을 적용하였으며, 두번째로 비위상관계의 도형자료에 대

표 1. 연구 대상 필지의 형태

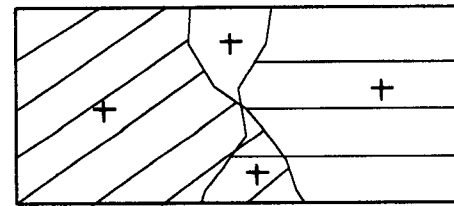
구 분	대상: O, 제외 대상: X	
	동일 행정구역	타 행정구역
동일 축척	X	O
타 축척	O	O



(a) 중첩되는 경우(3 개의 영역)



(b) 만나지 않는 경우(3 개의 영역)



(c) 부분적으로 교차하는 경우(4 개의 영역)

그림 2. 접합시 필지 경계의 불일치유형

한 Polygonizing 알고리즘을 적용하였고, 마지막으로 이미 구성된 위상관계로부터 가상의 논리적 Polygon Layer를 생성하는 알고리즘을 적용하였다.

2.3.1 일반적인 위상관계(General Topology)의 알고리즘 적용

현재 지리정보시스템에서 사용하고 있는 일반적인 공간의 위상관계를 구성하는 요소는 그림 3과 같이 나타낼 수 있다.

일반적인 위상관계의 알고리즘의 경우, 필지에 대한 도형 자료로부터 응용업무를 위해 개발된 시스템내에서 사용하기 위하여 다음과 같은 2가지 방법을 적용하

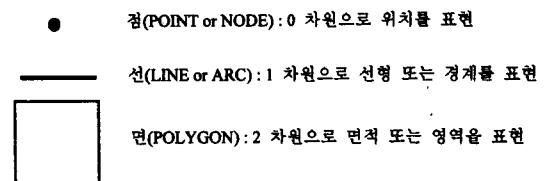


그림 3. 위상관계의 구성요소

였다.

하나는 일반적인 위상관계를 적용하여 얻는 한 개의 Layer에 대하여 접합시 필지간의 경계에서 발생하는 문제를 속성으로 처리하여 표현하는 것과 또 하나는 문제가 되는 부분에 대하여 각각의 Layer를 설정하여 표현하는 방법이다.

먼저 속성으로 처리하여 표현하는 경우, 실제 업무를 수행하기 위해 해당되는 필지를 모두 선택하여 관련되는 속성을 빠뜨리지 않고 기록하여야 하며, 이때 응용 프로그램의 작성은 관련되는 모든 공간분석 작업시 항상 해당 필지를 제대로 분석하기 위하여 매번 추가적인 모듈의 사용이 필요하므로 별도 작업이 필요하였다.

예를 들어 필지마다의 면적을 확인하는 경우 접합의 문제가 없다면 각각의 Polygon이 하나 하나의 필지의 면적이 되기 때문에 바로 원하는 분석을 할 수 있다.

그러나 중첩된 경우(3개의 영역)에는 중복되는 필지에 대한 속성에 속해 있는 필지에 대한 속성을 속성 Table에 추가 Record로 중복해서 기록하고 이를 프로그램에서 활용하였다.

이에 대한 속성 Table 형태는 표 2와 같다.

이를 그림 2의 (a)항을 참고로 하여 표현하면 다음 그림 4와 같다.

다음으로 문제가 되는 필지를 확인하여 해당되는 동

표 2. 중복필지에 대한 속성 table

구분	Polygon ID	지번	비고
7	101	10	
8	102	10	*중복 polygon
9	102	11	
10	103	11	

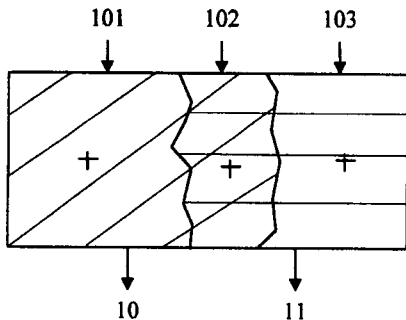


그림 4. 중복필지의 polygon 예

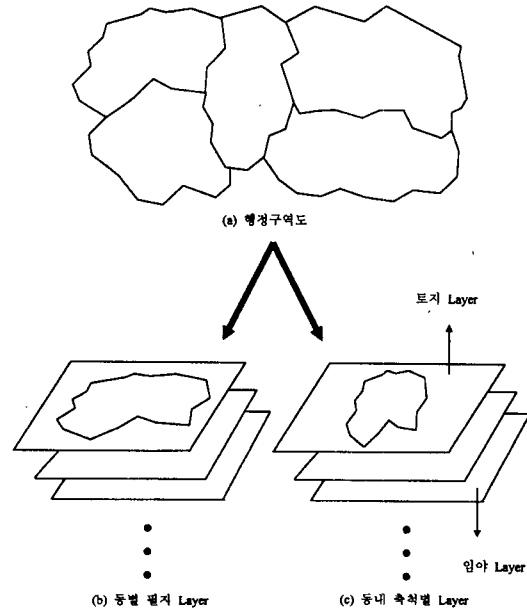


그림 5. 동별, 축척별 layer 설정

별 또는 같은 동의 경우 축척별로 Layer를 각각 구축하여 업무에 적용하는 경우로 이는 상이한 동별 또는 축척별 Layer의 속성 Table에 관한 추가 작업은 없으나, 그림 5와 같이 필요한 Layer를 찾아서 생성시켜주는 작업이 부가적으로 소요되었다.

또한 이렇게 구성된 Layer는 전체적으로 Database의 양이 커질 뿐만 아니라, 공간분석 구현을 위한 응용프로그램 개발시 어려움이 많은 것으로 나타났다.

2.3.2 비위상구조자료(Non-Topological Structure Data)의 Polygon화 알고리즘의 적용

이 알고리즘은 위상관계를 갖고 있지 않은 CAD와 같은 자료를 이용하여 논리적인 Feature-Attribute Table을 형성시켜 기본 자료의 자료량 등 물리적 변동 없이 원하는 Attribute에 따른 Layer를 가상적으로 생성시켜 공간분석에 적용하는 방법이다.

즉, 각각의 Object들을 그들간의 연속성, 포함관계 및 연결성 등의 물리적 관계를 논리적으로 구현하기 위해 Feature-Attribute Table들을 사용하는 것이다.

일반적으로 우리가 흔히 접하고 있는 각종 CAD 자료는 여러 주제도가 한번에 실려 있어 이들의 주제별 구분없이 GIS에서 필요로 하는 각종 분석을 하기가 어려우며, 이를 위해 주제별 Layer의 설정이 선행되어야 한다.

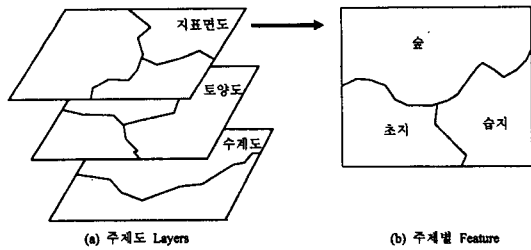


그림 6. 주제도 및 feature 예

예를 들어 천연자원의 지도에는 지표면도, 토양도 및 수계도 등의 주제도로 구성되어 있으며, 지표면도의 경우 숲, 초지, 습지 및 강 등의 Feature들로 구성되어 있다.

이를 그림으로 표시하면 그림 6과 같다.

지적도면의 경우 하나의 주제도로 볼 수 있으며, 이로부터 Feature들간의 공간적 관계의 수학적 표현을 포함하는 위상화일을 생성하고 각 Feature들간의 상관성으로부터 분석업무를 수행할 수 있다.

다음 그림 7은 토지의 Feature 특성에 따른 공간자료의 위상관계를 나타내는 것으로 여기서는 행정경계 및 축척별에 따른 분류를 나타내고 있다.

그림 7은 접합시 문제가 되고 있는 것으로 동별 및 축척별 경계에서 필지의 중첩 또는 경계 이탈 등을 확인할 수 있었다. 또 해당되는 각 필지에 대한 현황을 확대하여 나타내고 있는 것으로 동 1, 2(동별 구분) 및 임야와 토지(축척별 구분)가 함께 표현되어 있다. 이를 각

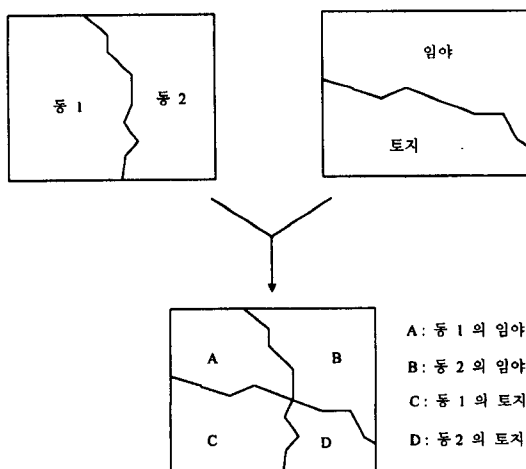


그림 7. 동별 및 축척별 위상관계

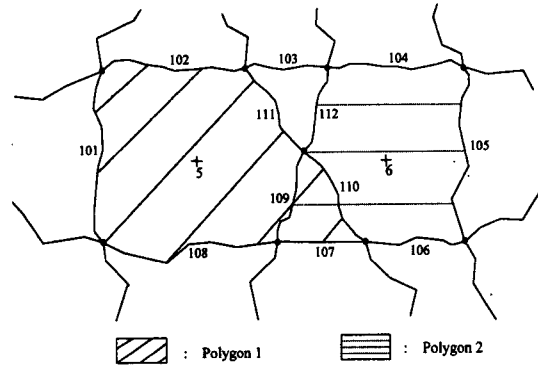


그림 8. 부분적으로 교차하는 필지의 예

Feature별로 Polygon화 알고리즘을 사용하여 논리적인 Layer로 구분할 때 위상관계를 형성하기 위하여 Feature/Attribute Table을 사용한다.

특히 그림 2의 (c)항의 부분적으로 교차되는 경우를 보면 각 Feature들에 대하여 다음 그림과 같이 표현할 수 있다.

그림 8에서 각각의 Polygon은 하나의 필지를 표시하며, 이때 각 필지는 Line으로 된 Feature들의 연결로 이루어지며, Polygon 1은 101-102-111-110-107-108로 이어지는 Link ID가 5인 Polygon을 형성하고 있고 Polygon 2의 경우 104-105-106-107-109-112로 이어지는 Link ID가 6인 Polygon 2를 형성하고 있다.

이렇게 하므로써 두 필지에 공통이 되는 109-110-107로 이어지는 Polygon과 103-112-111로 이어지는 무의미한 Polygon에 대한 Data를 생략하여 GIS 일반적인 위상구조에 의한 Polygon 사용에 따른 자료량 및 처리 절차를 보다 효율적으로 관리할 수 있다.

여기서 Feature 107은 두 필지에 공유되는 Line Feature로써 공간에서의 위상특성을 그대로 유지하면서 원하는 Polygon으로써의 역할을 하게 된다.

또한 이에 대한 Feature/Attribute Table은 다음 표 3 및 4와 같이 각 Feature들의 상관 관계로부터 위상관계를 나타낼 수 있다.

2.3.3 가상 위상(Pseudo-Topology) 알고리즘의 적용

가상 위상 알고리즘에서 가상 위상이란 그림 9와 같이 점, 선, 면 등으로 구성되어 있는 각 Layer로부터 가상의 위상 관계를 갖는 Layer를 논리적으로 생성하여 사용하는 방식으로 본 연구에서는 특히 Feature가 Po-

표 3. 부분적 교차시 feature table

No.	Feature ID	Link ID	Attribute table	비 고
11	101	5	Parcel	*Link type
12	102	5		은 polygon
13	104	6		
14	105	6		
15	106	6		
16	107	5		
17	107	6		
18	108	5		
19	109	6		
20	110	5		
21	111	5		
22	112	6		

표 4. 부분적 교차시 attribute table (Parcel.tbl)

No.	Link ID	지번	지목	기타(...)
3	5	50	토지	..
4	6	67	토지	..

lygon으로 된 각각의 필지에 대하여 가상 Polygon (Pseudo-Polygon)으로 적용하였다.

위의 같은 가상 위상 알고리즘을 적용할 경우 일반적

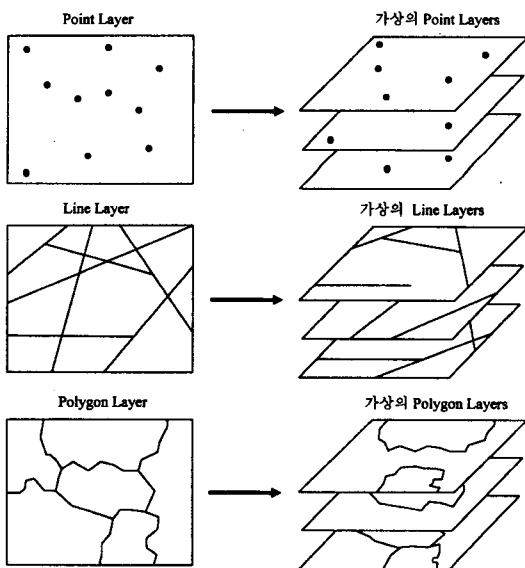


그림 9. 가상 위상 layer의 형태

표 5. 일반 polygon 및 가상 polygon의 특성 비교

구 분	가상 polygon layer	Polygon layer
Polygon의 중첩	가능	불가능
다중면적	가능	불가능
기본 polygon 존재	있음	없음
다중 feature	다중	단일
특이점	도우넛 및 여러개의 섬형태에 대한 표현 가능	Polygon의 합이 곧 전체 공간을 의미

인 Polygon을 사용하여 응용업무를 수행하는 것에 비해 다음 표 5와 같은 특성을 갖는 것으로 나타났다.

다음은 가상 Polygon Layer를 다음 그림 10과 같이 두 필지가 공간상에서 중복되는 경우에 대하여 적용 예를 나타내고 있다.

이를 살펴보면 가상 Polygon 25 및 55는 Polygon 9, 10, 11의 중복으로 이루어져 있는데 가상 Polygon 25는 Polygon 9와 10의 합으로 가상 Polygon 55는 Polygon 10과 11로 이루어져 있음을 알 수 있다.

이로부터 가상 위상 알고리즘에 사용된 기본 Table의 형식을 보면 다음 표 6과 같다.

이와 함께 관련 필지에 관한 Attribute Table은 다음 표 7과 같다.

즉, 실제하는 지적도의 필지는 동일축척일 경우 동별 경계나 상이한 축척의 경우 도곽 접합부에서 각각의 필지를 Continuous Map으로 작성시 경계선이 어긋나서 임의로 접합시킬 수 없는 부분이 나타나며, 이들 경우

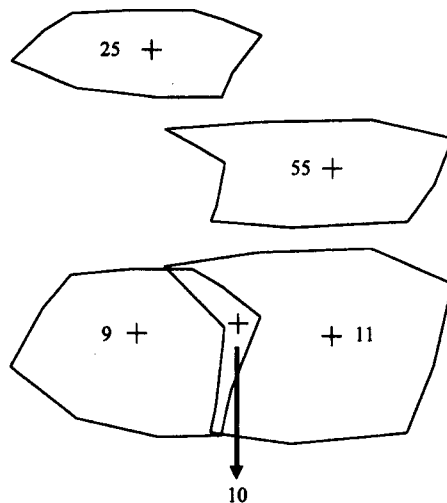


그림 10. 중복된 필지에 대한 가상 polygon layer의 적용

표 6. 가상 polygon과 일반 polygon의 비교 table

가상 Polygon ID	Polygon ID	비고
.	.	.
25	9	.
25	10	*중복 polygon
55	10	.
55	11	.
.	.	.

표 7. 가상 polygon에 대한 attribute table

가상 Polygon ID	지번	기타 속성
.
25	103
55	106
.

궁극적으로는 재측량을 실시하여 접합부를 확인하여야 하지만, 이는 당장 수행이 어려운 실정이다. 그러므로 이와 같은 알고리즘을 사용하여 일치하지 않는 필지에 대한 업무 수행시 문제점을 보완하고 민원을 해결하는 전산화 자료로 활용할 수 있다.

다음 표 8은 앞서 설명되었던 세 가지 알고리즘을 적용하여 지적도면 전산화 시스템을 구축할 경우 발생하는 자료량 및 응용프로그램 구현 업무량에 대한 비교표이다.

위 표는 일반위상관계의 경우를 기본으로 상대적인 값으로 표현하였다. 또한 업무범위 및 내용을 동일하게 적용하였는데, 예를 들어 데이터베이스의 경우 5개의 동을 대상으로 하였으며, 프로그램 구현은 지적업무에서 대표적으로 활용되는 기본사항조회, 분할, 등본발급 등의 업무에 대하여 적용하였다.

데이터베이스 및 프로그램 구현시 동시에 발생하는 내용에 대해서는 이중으로 산정하지 않고 그 주 특성에 따라 어느 한 곳에 대하여만 산정하였다.

표 8. 세 가지 알고리즘의 비교검증

구분	비위상 관계	가상위상 관계	일반위상 관계	
데이터베이스	0.8	1.05	1.0	
작업량	0.85	0.85	1.0	
프로그램 구현	0.95	0.95	1.0	
	화면출력	0.85	0.9	1.0
	조회 및 검색	0.9	0.95	1.0
	화면조정	1.0	1.0	1.0

3. 결 론

앞의 알고리즘 분석을 통하여 다음과 같은 결론에 도달할 수 있었다.

첫째, 각 각의 알고리즘을 지적도면 전산화에 적용하여 본 결과 자료 및 응용업무 지원면에서 원시 자료로부터 필요한 Polygon Layer를 직접 생성하는 비위상관계의 Polygon화 알고리즘의 경우가 가장 효율적인 것으로 나타났으며, 다음으로 원시자료로부터 만든 Layer를 이용하여 가상의 Polygon을 생성하는 가상 위상 알고리즘이 그리고 일반 위상 알고리즘의 경우가 효과가 적은 것으로 확인되었다.

둘째, 현재 지적도면의 현황으로 보아 일반 위상 구조 및 가상 위상 구조와 같은 일반적인 공간분석만을 고려한 알고리즘의 경우 지나치게 많은 Layer의 설정을 요구하므로 DB 구성이 자료량의 측면에서 효율적이지 못한 것으로 나타났으나, 가상 Polygon과 같은 개념의 알고리즘을 도입할 경우 데이터베이스 구축면이나 응용 업무 개발면에서 훨씬 효과적인 것으로 나타났다.

세째, 위와 같은 결론과 더불어 지적도면의 경우 지형도에 비해 민원을 해소하기 위해 더 정확한 자료를 요구하므로 새로운 알고리즘의 도입에도 불구하고 접합에 대한 근본적인 한계가 있으므로 행정자치부에서 추진중인 지적재조사 사업의 실시, 전용 Tool의 개발 등 좀더 본질적인 문제의 해결도 함께 병행하는 것이 바람직하리라 생각된다.

이와 같은 결론과 더불어 지적 재조사 사업은 일본의 경우 약 40년 가까이 해오고 있으나, 여러가지 문제로 말미암아 아직 완료되지 못한 것에 미루어 보아 우리나라의 경우 앞으로 계획을 수립하여 신속히 추진한다 해도 빠른 시일내에 이루어지지 못할 것이므로 그동안 현 지적도의 효율적인 사용을 위하여 보다 효과적인 알고리즘에 관한 연구도 지속적으로 이루어지기를 기대한다.

참고문헌

1. 유복모, 지형공간정보론, 1994, 동명사.
2. 한국전산원, 통합지리정보 시범시스템 개발보고서, 1995.
3. 내무부, 지적도면 전산화 시범사업 완료보고서, 1996.
4. 김용운, 김용국, 토폴로지입문, 1988, 회성문화사.
5. 15th Annual ESRI User Conference Workshop Proce-

- edings Volume I, ESRI, 1995.
6. MGE Analyst(MGA) User's Guide, Integraph, 1994.
 7. Montgomery/C. Schuck, GIS Data Conversion Handbook, 1993, GIS World, Inc.
 8. Jeffrey Star and John Estes, Geographic Information Systems(An Introduction), 1990, Prentice-Hall, Inc.
 9. Nicholas Chrisman, Exploring Geographic Information Systems, 1997, John Wiley & Sons, Inc.
 10. William H. Press 외 3인, Numerical Recipes in C, Second Edition, 1992, Cambridge University Press.
 11. P. A. Burrough, Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment, 1988, Oxford University Press.
 12. Stewart Fotheringham and Peter Rogerson, Spatial Analysis and GIS, 1994, Talor & Francis Ltd.