

수치지도 일반화에 있어서 단순화에 관한 연구 The Study on Simplification in Digital Map Generalization

최 병 길
Choi, Byoung-Gil

요 旨

우리나라의 수치지도제작은 축척에 따라 독립적으로 제작되어 활용되어 왔다. 따라서 다른 축척의 공간자료를 원할 경우 다시 제작해야 하기 때문에 막대한 시간과 경제적인 손실을 가져온다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 대축척 수치지도를 원시데이터로 하여 다양한 소축척 수치지도를 제작하기 위한 지도 일반화의 연구가 많이 진행되고 있다. 본 연구는 여러가지 일반화 처리 기법중 단순화에 의한 선형요소와 건물레이어의 소축척 변환 특성을 연구하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 단순화 처리를 위한 알고리즘을 제시하였으며, 1:5,000 수치지도로부터 1:25,000 수치지도로의 변환에 이를 적용, 수치지도의 단순화 특성을 분석하였다. 연구결과 면적분배 알고리즘이 Douglas-Peucker 알고리즘이나, Reumann-Witkam 알고리즘보다 건물의 최초면적과 형상을 잘 유지함을 알 수 있었다.

ABSTRACT

The digital map in Korea has been produced and utilized independently according to scales such as 1:1,000, 1:5,000, and 1:25,000. Therefore, whenever we need to obtain the spatial data of other scales, we have to produce the digital maps over and over again which it is time-consuming and ineconomic. To solve these problems, it has been accomplished many researches on map generalization to make digital maps in small scale from the master data of large scale. This paper aims to analyze the conversion characteristics of the large scale to the small scale by simplification of map generalization. For this purpose, it is proposed the algorithm for the simplification process of digital map and it is investigated the simplification characteristic of digital map through the experiment on the conversion of 1:5,000 scale into 1:25,000 scale. The results show that Area-Preservation algorithm indicates the good agreement with the original data in terms of the area and features of building layer compared to Douglas-Peucker algorithm and Reumann-Witkam algorithm.

1. 서 론

수치지도는 지형공간정보체계 공간데이터베이스로서 1990년대 중반부터 국가지리정보체계(National Geographic Information System; NGIS) 사업의 일환으로 구축되고 있으며 각종 응용 시스템에 이용되는 기초자료로 그 활용성이 광범위하다.

수치지도는 기존의 종이지도와는 달리 공간정보가 컴퓨터 메모리에 수치적으로 저장되기 때문에 지도의 수정 갱신이 용이할 뿐만 아니라 사용목적에 따라 요구되는

정보만을 추출 수정하여 목적하는 지도를 작성할 수 있기 때문에 지도로서의 기본기능은 물론 각종 응용시스템의 중요 기초자료로 활용되고 있다.

우리나라의 경우 지금까지의 수치지도제작은 1:1,000, 1:5,000, 1:25,000의 세가지 단축척으로 제작되어 활용되어 왔으며 이와 다른 축척의 공간자료를 원할 경우 독립적으로 다시 제작해야 하기 때문에 막대한 시간과 경제적인 손실을 가져왔다. 수치지도의 활용 증가에 따른 수치지도 자료의 최신성과 정확성에 대한 요구는 증가하고 있으며, 이를 위해선 수정 갱신 기간의 단축 및 자료 구축의 일관성을 가져야 한다. 그러나 예산상의 문제점과 지도제작기술의 한계 등의 이유로 현행 수치지도의

갱신 작업은 저조한 실정이다.^{1),7)}

이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 대축척 수치 지도를 원시데이터로 하여 다양한 소축척 수치지도를 제작하기 위한 지도 일반화(map generalization)의 연구가 많이 진행되고 있다.

지도 구성하는 요소를 보면 점, 선, 면으로 나눌 수 있으며 그에 따른 많은 일반화 기법들이 있다. 지금까지의 지도 일반화에 대한 연구는 도로, 하천, 등고선과 같은 선형요소의 단순화와 완만화에 대한 연구들이 대부분을 차지하였으며, 면요소에 대한 일반화 연구는 미비한 실정이다.

본 연구는 많은 일반화 처리 기법중 단순화에 의한 선형요소와 면요소의 소축척 변환특성을 연구하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 선형요소 중 등고선과 도로, 면요소 중 건물레이어에 대하여 알고리즘을 제시하고 1:5,000 수치지도로부터 1:25,000 수치지도로의 변환에 이를 적용, 수치지도의 단순화 특성을 분석하였다.

2. 선형요소 및 건물레이어의 단순화

2.1 선형요소의 단순화

지도학에서 단순화는 폭넓은 의미에서 자료의 중요한 특성들을 결정하고 이를 가능한 한 보존하며 불필요한 상세함을 제거함에 그 목적을 둔다. 대축척에서 취득된 지도 사상의 자료를 소축척으로 축소하여 표현할 경우 기기의 제한된 해상력으로 원자료의 상세도를 유지하지 못할 뿐만 아니라 지나친 상세함이 중요한 정보에 대한 인식과 판단을 방해하게 된다. 또한, 수치환경에서 수치 자료의 저장공간이 증가하게 되어 불필요한 처리시간이 소요하게 된다. 따라서 원래의 형상이 나타내는 특징이나 특성 묘사, 형태유지 등을 만족하는 점 외의 불필요한 잉여점을 제거해 주어야 한다.

지금까지 개발된 단순화 알고리즘은 매우 많으나, 본 연구에서는 선형요소의 공간적 정확성과 처리의 효율성이 높다고 평가되고 있는 Lang 알고리즘과 Douglas-Peucker 알고리즘이 조사·연구되었다.

2.1.1 Lang 알고리즘

Lang 알고리즘은 예상되는 점의 수(n)와 허용거리 변수(t)를 필요로 한다. Lang 알고리즘은 최초, 첫점과 n 개 떨어진 점(P_n)을 연결하는 벡터가 형성되고 모든 중간 점에서의 수직거리가 계산된다. 이때 계산된 수직거리가 허

용거리 보다 큰 점이 존재할 경우 P_{n-1} 점을 종점으로 하여 각 점에서의 수직거리를 계산한다. 이처럼 종점에서 한 점씩 줄이면서 허용거리와 수직거리를 비교한다. 만일 모든 중간 점에서의 수직거리가 허용거리 보다 작을 때, 중간 점은 모두 삭제되고 끝점은 저장된다. 그 다음 저장된 점과 n 번째 뒤에 있는 점을 새로운 종점으로 하여 위와 같은 과정을 반복하게 된다.

2.1.2 Douglas-Peucker 알고리즘

Douglas-Peucker 알고리즘은 Lang 알고리즘과는 달리 최초, 첫 점에서 끝 점까지를 이용한다. 선의 첫점(고정점)과 끝점을 연결한 직선에서 각 점과의 수직거리를 계산하여 허용치를 벗어나는 점들 중 최대 수직거리를 나타내는 점을 스택에 저장한 후 시작점과 스택에 저장된 점을 연결한 직선을 연결하여 수직거리를 계산한다. 더 이상 허용치를 벗어나는 점이 존재하지 않을 경우 스택에 마지막으로 저장된 점을 새로운 고정점으로 하여 위의 과정을 반복한다.

2.2 건물레이어의 단순화

대축척 수치지도에서 건물은 실형 건물로서 독립적으로 표현된다. 그러나 소축척 수치지도의 경우 건물은 실제의 경계로 표현될 수 없다. 이것은 인간의 감지능력과 도면출력의 한계를 벗어나는 정도로 지도요소의 크기를 지속적으로 축소할 수 없기 때문이다.

기존 작업자에 의한 건물 단순화는 작업자의 판단과 경험에 의해 동시에 수행된다. 수치 환경에서의 건물 단순화는 작업자의 판단과 경험에 의해 이루어진 작업들을 단계별로 모듈화 해야 하며 지도를 인식하기 위한 조건들은 일반화 과정에서 충분히 고려되어야 한다.

건물 단순화 처리를 위해선 소축척 지도에서 표현이 불필요한 건물에 대한 선택 및 삭제 과정이 필요하다. 또한 중요 건물들은 소축척지도에서도 표현이 되어야 하므로 과장화 과정이 필요하다. 이에 본 연구에서는 건물 외형의 단순화 처리 전의 작업으로 건물의 선택 및 삭제, 건물의 과장화 처리 과정을 선행 후 건물의 단순화 작업을 수행한다.

2.2.1 건물의 선택, 삭제 및 과장화 알고리즘

건물의 선택 및 삭제는 목적하는 지도에서 표현되는 건물들을 선택하는 과정으로서 중요도에 대한 판단과 최소 크기에 의해 결정된다.^{12),13)} 기존 작업자에 의해 제작된 수치지도와 종이지도의 선택 및 삭제의 규칙을 살펴

표 1. 축척별 레이아웃 분류 체계

1:5,000 건물레이어의 세분류		1:25,000 건물레이어의 세분류	
코드 번호	내용	코드 번호	내용
4111	주택의 건물	4111	주택의 건물
4112	주 택	4112	주 택
4113	연립주택	4113	연립 주택
4114	공사중 건물	4114	공사중 건물
4115	아파트	4115	아파트
4116	무벽건물	4119	집단가옥경계
4117	온 실		
4118	가건물		
4119	집단가옥경계		

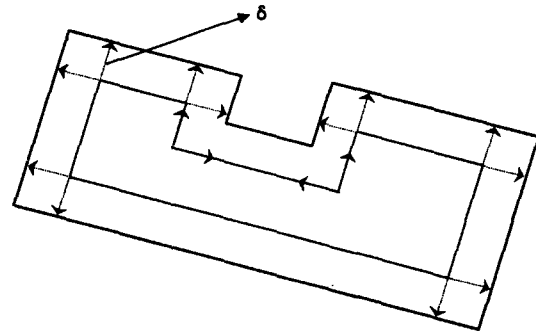


그림 1. 건물의 과장화

보면 다음과 같다.

표 1은 우리나라 국립지리원에서 사용하고 있는 1:5,000 축척과 1:25,000 축척의 수치지도 건물 레이아웃의 분류체계로서 1:25,000 축척에서는 무벽건물, 온실, 가건물이 제외되었음을 알 수 있다. 이것은 건물의 중요도에 따른 선택 및 삭제의 기준으로 사용할 수 있다.

지도도식규칙에는 1:25,000 지도에서 최소건물의 도상 단변의 길이를 0.5 mm로 규정하고, 0.5 mm 미만의 건물에 대해서 도면의 여백이 있어 이를 표기할 수 있거나 표기할 필요성이 있는 건물에 대하여 도상 단변의 길이를 0.5 mm로 확대하여 표기할 수 있다고 되어 있다. 건물의 삭제의 기준을 단순한 도상의 최소크기로 규정했을 경우 건물들은 소축척으로 변했을 때 지도상에 표현되지 않는다. 그렇기 때문에 각 축척과 지도제작 목적에 따라 최소 건물 크기를 달리하여 선택된 최소 건물 크기 이하의 건물에 대해서는 건물의 과장화 과정이 필요하다.

건물의 과장화는 중요건물의 강조나 건물의 시각적 인식력을 향상시키기 위한 과정으로, 건물의 선택 및 삭제 후 선택된 건물 중 시각적으로 인식할 수 없는 건물을 최소크기의 건물로 확대시키는 지도일반화기법이다.

건물의 과장화 결과는 건물 외형의 특징을 유지하면서 확대되어야 한다. 그림 1은 건물의 외형을 유지하면서 확대하는 방법으로, 건물의 각 점은 동일한 벡터성분으로 이동된다.^{10),14)}

그림 1에서 δ는 건물의 면적이 최소크기가 되기 위한 각 점에서의 변위량을 말하며 변위량 δ는 건물이 직사각형의 형상을 이룬다고 가정했을 때 식 (2-2)와 같은 근사식으로 표현할 수 있다.

$$AREA = 4\delta^2 + \delta \cdot perimeter + area \quad (2-1)$$

$$\delta = \frac{-perimeter + \sqrt{perimeter^2 - 16(area - AREA)}}{8} \quad (2-2)$$

여기서 AREA : 확대 후 건물의 면적

area : 확대 전 건물의 면적

perimeter : 확대 전 건물의 둘레

2.2.2 건물레이어의 단순화 알고리즘

건물의 단순화 처리를 위해 기존의 선형요소의 단순화 알고리즘 중 전역적인 처리 알고리즘인 Douglas-Peucker 알고리즘과 지역적인 처리 알고리즘인 Reumann-Witkam 알고리즘을 대표적으로 적용시켰으며, 건물의 면적 및 형상을 유지하기 위한 방법으로 면적 분배 알고리즘을 개발 적용시켰다.

Douglas-Peucker 알고리즘은 앞절의 선형요소의 단순화 부분에서 설명한 바 있으며 Reumann-Witkam 알고리즘은 건물의 첫 점과 두 번째 점을 연결한 선을 둘러싼 임계폭 영역내의 점들을 삭제하고 임계폭을 벗어나는 점의 전점과 벗어나는 점을 기준으로 앞의 과정을 순차적으로 진행하면서 단순화시키는 방법이다.

소축척 지도에서 건물의 외형은 직각의 형상을 유지했을 때 시각적으로 양호한 결과를 얻을 수 있다. 그렇기 때문에 건물의 단순화 작업의 선행작업으로 건물 외형의 직각화가 필요하다.¹³⁾ 그림 2는 건물의 직각화 방법을 설명한 그림이다. 우선, 건물의 각 변을 따라 x축을 기준으로 한 반시계 방향각이 계산된다. 계산된 방향각으로부터 건물을 대표하는 중간 값의 예각이 계산되며, 계산된 중간각은 건물 각 변의 예각으로 치환하여 새로운 각도가 계산된다.

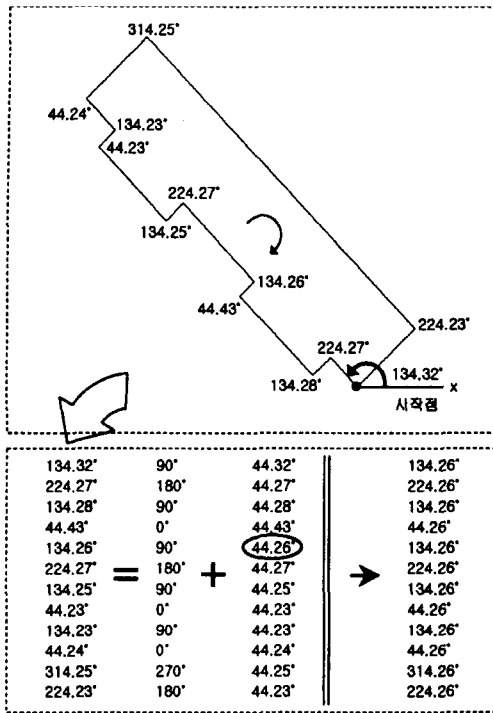


그림 2. 건물의 직각화

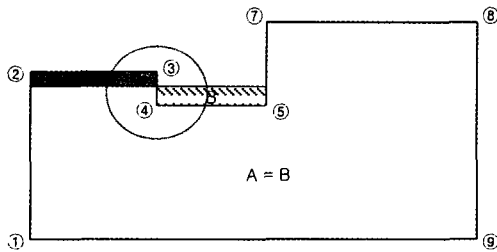


그림 3. 면적 분배 알고리즘

2.2.3 면적 분배 알고리즘

건물에 있어서 굴곡은 허용거리 이내의 직선과 그 직선에 이웃한 사각형이다. 그렇기 때문에 건물에 있어서의 단순화 알고리즘은 허용거리 이내의 직선과 이웃한 직선으로 구성된 사각형을 불필요한 요소로 판단하여 단순화시키는 방법이 필요하다.

면적 분배 알고리즘은 건물의 각 변들이 직각의 형태로 이루어졌다고 가정했을 때 허용거리보다 작은 거리의 직선과 그 직선에 이웃한 직선으로 이루어진 사각형을 건물의 불필요한 굴곡으로 판단하여 이웃한 직선들의 거리에 비례하여 굴곡의 면적을 분배하는 방법이다.

그림 3에서 직선 ③④는 허용거리보다 작으므로 폭:

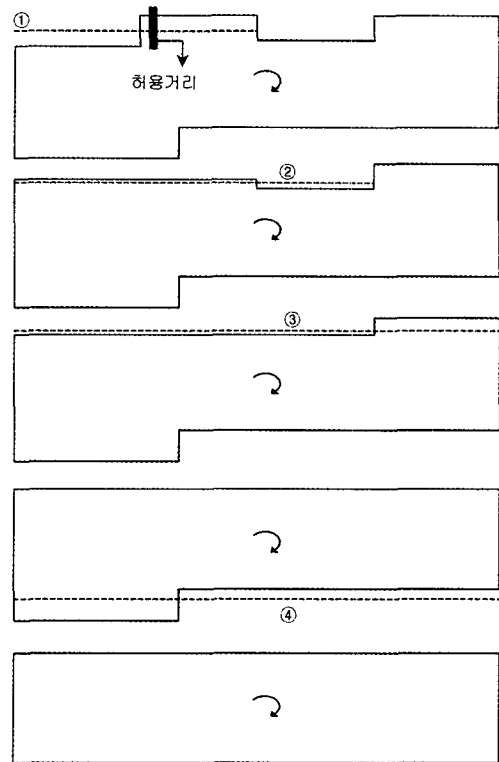


그림 4. 면적 분배 알고리즘 적용에

②③, 높이는 ③④로 하는 사각형은 굴곡으로 판단되어 건물의 면적을 잃지 않으며 분배되게 된다. 그림 4는 면적 분배 알고리즘의 적용 과정이다.

3. 수치실험 및 분석

3.1 실험대상 레이어 선정

선형요소의 단순화 처리를 위해 1/5,000 수치지도 상에 표현되어 있는 도로와 등고선 레이어를 적용시켰다.

건물의 단순화는 대축척 수치지도의 건물들을 소축척 지도의 목적에 맞게 단순화 처리하는 과정이다. 실험지역 선정시 축척변화에 따른 건물들의 변화를 확인하기 위해 단순화 처리시 문제가 되는 도심지역 건물을 대상으로 하였다. 건물 레이어 단순화의 특성을 검토하기 위해 기존 1:5,000 수치지도 건물 레이어를 1:25,000 축척으로 단순화 시켰으며 건물 레이어의 단순화 처리시 필요한 매개변수의 경우 기존 지도 제작 지침 및 제작된 종이지도를 참고하여 결정하였다.

실험 대상 지역의 경우 1:25,000 수치지도가 구축되어

있지 않기 때문에 1994년 수정 제작된 종이지도를 건물 단순화 처리 결과물과 비교하였다.

실험에 사용된 레이어는 주택외건물, 연립주택, 아파트를 대상으로 하였다. 분석대상에서 주택과 집단가옥경계를 제외시킨 이유는 도심지의 경우 축척변화에 따른 해상도의 축소로 인해 도로를 경계로 한 집단가옥으로 표현되기 때문이다. 무벽건물, 온실, 가건물은 1:25,000 축척으로 변화시 삭제 대상 건물에 포함되기 때문에 분석 대상 레이어에서 제외되었다.

3.2 선형요소의 단순화 처리 결과 및 분석

3.2.1 기준 허용거리

국립지리원 수치지도작성작업내규에는 표 2과 같이 수치도화시 오차의 한계에 대해 규정하고 있다. 이는 축척별 최대오차의 범위 이내의 변위의 경우 인간의 시각구분 능력의 한계와 출력 해상도의 한계에 기인한 것이다. 본 연구에서는 1:25,000 지도에서 등고선의 허용최대오차 5m를 최대 허용거리로 사용한다.

또한 국립지리원 수치지도작성작업내규에는 1:25,000의 경우 곡선 데이터의 측정 간격은 10m, 중간점을 생략할 수 있는 각도는 10°로 규정하고 있다. 이 규정에 따라 그림 5와 같이 허용거리가 계산 될 수 있다. 그림 5에서 결정된 수직거리 0.8716m는 단순화 처리에 필요한 최소 허용거리로 사용할 수 있다.⁶⁾

표 2. 수치도화 축척별 오차 허용범위

도화 축척	표준 편차			최대 오차		
	평면위치	등고선	표고점	평면위치	등고선	표고점
1:1,000	0.2 m	0.3 m	0.15 m	0.4 m	0.6 m	0.3 m
1:5,000	1.0 m	1.0 m	0.5 m	2.0 m	2.0 m	1.0 m
1:25,000	5.0 m	3.0 m	1.5 m	10.0 m	5.0 m	2.5 m

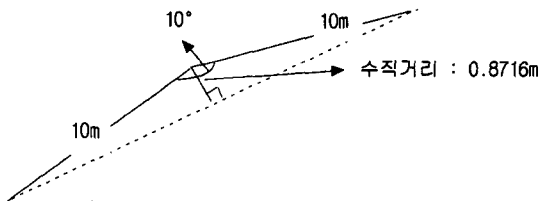


그림 5. 허용거리

3.2.2 선형 요소의 단순화 결과 및 분석

대축척 수치지도를 이용한 소축척 지도제작시 작업공정의 대부분을 차지하는 선형요소에 대한 단순화 알고리

즘은 원래의 형상을 최대한 유지함과 동시에 불필요한 정보의 제거를 통한 저장공간의 감소 및 판독능력의 향상 등의 효과를 가져온다.

축척 변화시 선형요소의 단순화 작업을 수행하기 위해 국립지리원 규정에 따라 결정된 허용거리 0.8716m 및 등고선의 허용최대오차 5m에 대한 알고리즘의 적용 결과 표 3 및 표 4와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

표 3. Douglas-Peucker 알고리즘 적용결과

구분	선형의 개수 (점의 개수)	허용 거리			
		0.8716 m		5 m	
		삭제율(%)	표준편차	삭제율(%)	표준편차
등고선	134(16,675)	15.62	0.56	65.21	2.46
도 로	169(2,911)	29.55	0.33	56.39	1.90

표 4. Lang 알고리즘 적용결과

구분	선형의 개수 (점의 개수)	허용 거리			
		0.8716 m		5 m	
		삭제율(%)	표준편차	삭제율(%)	표준편차
등고선	134(16,675)	18.21	0.60	68.48	3.00
도 로	169(2,911)	35.88	0.39	62.39	2.28

Lang 알고리즘과 Douglas-Peucker 알고리즘을 비교하였을 때 동일한 허용거리에서는 일반적으로 Lang 알고리즘이 Douglas-Peucker 알고리즘보다 높은 제거율을 나타내었으며 형상 유지율은 Douglas-Peucker 알고리즘이 더욱 양호하다는 것을 알 수 있다. 이것은 Douglas-Peucker 알고리즘의 경우 선형요소의 전체적인 특성을 고려하기 때문이며, Lang 알고리즘의 경우 순차적으로 진행하면서 선형요소의 단순화 처리를 하기 때문이다. 그림 6과 7은 등고선에 Douglas-Peucker와 Lang 알고리즘

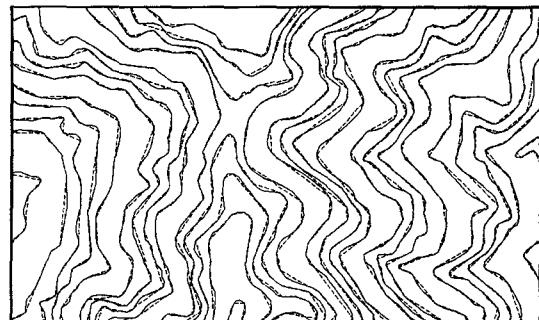


그림 6. 등고선에 대한 Douglas-Peucker 알고리즘 적용결과 (허용거리 : 5m, — : 단순화 적용전, - - - : 단순화 적용후)

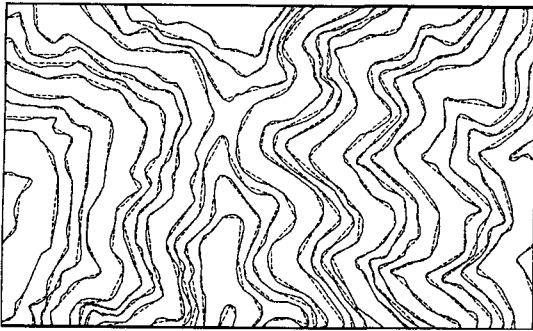


그림 7. 등고선에 대한 Lang 알고리즘 적용결과(허용거리 : 5m, — : 단순화 적용전, - - - : 단순화 적용후)

이 적용된 결과를 보여준다. 그림에서 실선은 최초 선형을 나타내며, 파선은 적용된 결과를 나타낸다.

3.3 건물레이어의 단순화 처리 결과 및 분석

3.3.1 건물레이어의 선택, 삭제 및 과장화 결과 및 분석

국립지리원 수치지도작성작업내규의 건물에 관한 조사를 보면 축척변화에 따른 지리조사 내용이 감소됨을 알 수 있으며 간접적으로 건물의 중요도에 대한 판단의 근거로 사용할 수 있다.

축척의 감소로 인해 종이지도의 해상도는 감소하게 된다. 따라서 지도에서 인식할 수 있는 최소크기의 건물크기를 결정해야 한다. 최소 건물크기는 지도도식규칙에는 중요건물에 대하여 도상 최소거리를 1:25,000인 경우 0.5mm로 규정하고 있다. 실험 대상 건물을 최소건물크기 0.25mm²(0.5mm×0.5mm)의 단순한 도상크기로 하였을 경우 대부분의 건물은 축척 변화로 인해 지도상에 표현되지 않는다. 그렇기 때문에 각 축척과 지도 제작 목적에 따라 최소 건물크기를 결정해야 된다. 본 연구에서는 주택외건물, 아파트의 경우 100m² 이하 건물을 최소 건물크기로 적용 삭제하였으며, 연립주택의 경우는 156.25m² 이하의 건물의 면적을 최소 건물크기로 적용하였다.

건물삭제의 적용기준을 달리한 이유는 주택외건물에 포함된 건물이 학교, 공장, 관공서 등의 주요 시설물들이며 아파트의 경우 축척 지도에서 인식되어야 한다고 판단되었기 때문이다.

표 5는 실험대상지역에 포함된 레이어별 건물의 수와 최소 면적에 따른 각 레이어별 삭제된 건물의 수를 나타

표 5. 최소 면적에 따른 건물의 삭제

건물 레이어	주택외건물	연립주택	아파트	계
최소 면적(m ²)	100	156.25	100	-
대상건물의 수	718	190	91	999
삭제건물의 수	264	180	14	458
삭제율(%)	37	95	15	46

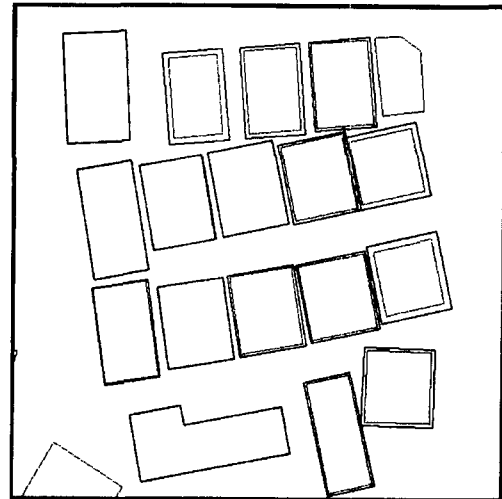


그림 8. 건물 요소의 과장화 결과(a)

낸다.

건물의 과장화는 선택 및 삭제후 시각적으로 인식할 수 없는 건물을 최소크기의 건물로 확대시키는 과정이다.

그림 9는 건물 요소의 과장화 되기 전과 과장화 후의

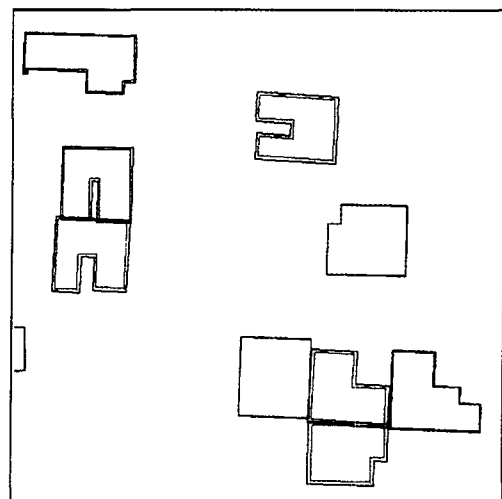


그림 9. 건물 요소의 과장화 결과(b)

결과를 중복하여 보여 주는 그림이다. 최소크기 (156.25 m²) 이하의 건물들은 최초 건물의 형상을 유지하면서 과장화 된다. 그림의 파선은 변화되기 이전의 형상을 나타내며 실선은 변화 후 건물이 과장화 된 모습이다. 그림 8에서 건물의 외형이 사각형이거나 불룩한 형상의 건물에 있어서 과장화 결과는 양호한 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 그러나 건물의 외형이 그림 9에서와 같이 오목한 경우 오목한 부분이 더욱 작아짐에 따라 불필요한 형상을 나타내었다. 이러한 건물들은 단순화 과정을 통해 처리되어야 한다.

3.3.2 건물레이어의 단순화 결과 및 분석

건물의 단순화 작업은 불필요한 건물의 상세함을 제거하는 과정이다. 그림 10은 건물의 단순화 작업의 선행 작업으로 건물들의 각 변들을 직각의 형태로 변환시키는 과정이다. 점선으로 표시되는 부분은 건물의 직각화 이전의 형상이며 실선은 건물의 각 변을 직각의 형태로 변환시킨 결과이다.

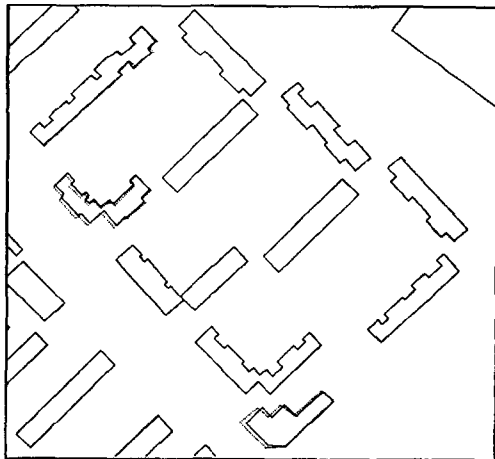


그림 10. 건물의 직각화 결과

본 연구에서는 단순화에 필요한 매개변수를 수치지도 작성작업내규에 규정된 표고점과 등고선의 허용최대오차 값인 2.5 m와 5 m의 값을 적용하였다. 그림 11~그림 16은 표고점과 등고선의 허용최대오차 값을 적용한 결과로 점선은 적용전 건물의 외형을 나타내며 실선은 단순화 처리 결과를 나타낸다.

전역적인 처리 방식인 Douglas-Peucker 알고리즘의 경우 건물의 굴곡을 대표점으로 인식함으로써 건물이 첨예화되어 건물의 단순화 처리에는 부적합한 결과를 나타내

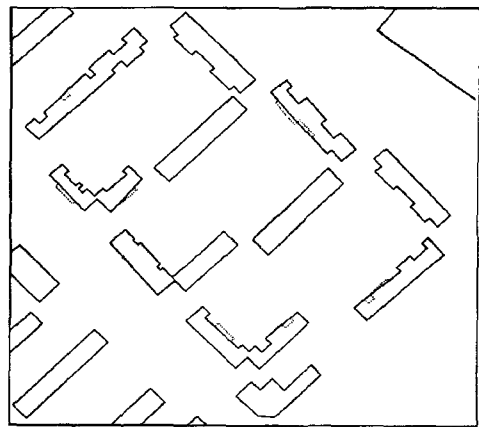


그림 11. Reumann-Witkam 알고리즘 적용 결과(허용거리 -2.5 m)

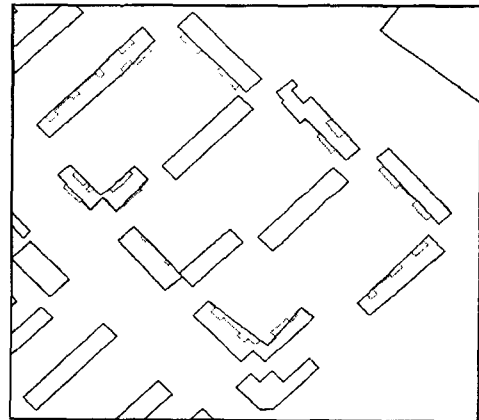


그림 12. Reumann-Witkam 알고리즘 적용 결과(허용거리 -5 m)

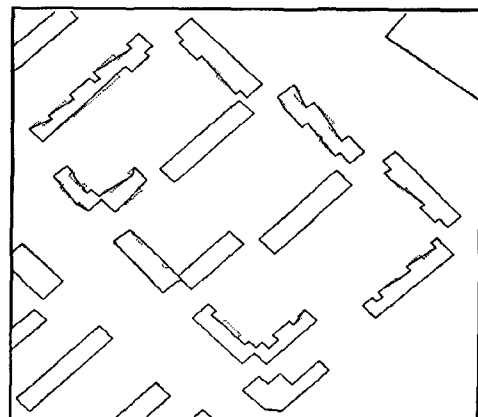


그림 13. Douglas-Peucker 알고리즘 적용 결과(허용거리 2.5 m)

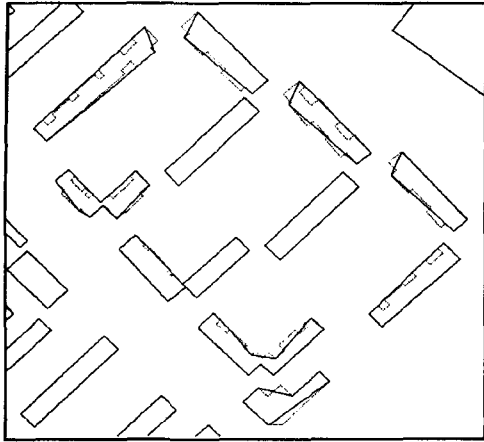


그림 14. Douglas-Peucker 알고리즘 적용 결과(허용거리-5 m)

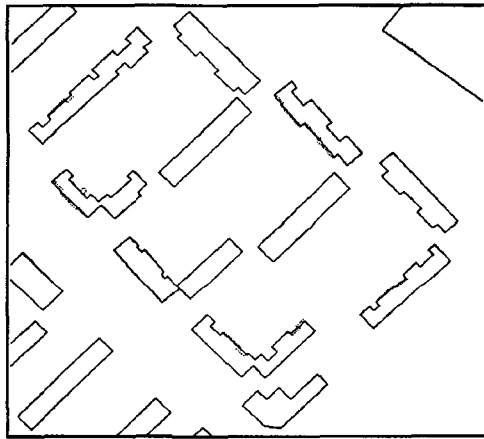


그림 15. 면적 분배 알고리즘 적용 결과(허용거리-2.5 m)

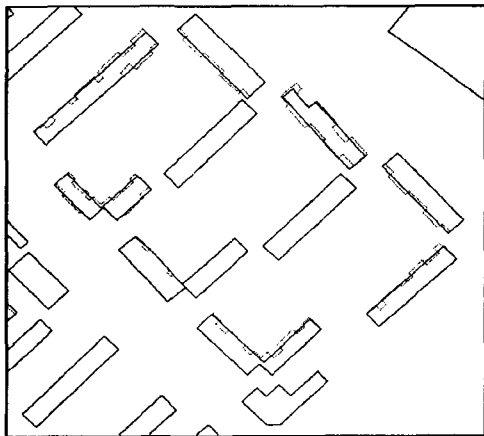


그림 16. 면적 분배 알고리즘 적용 결과(허용거리-5 m)

었다. Reumann-Witkam 알고리즘의 경우 지역적인 처리 방법이기 때문에 순차적으로 진행하면서 불필요한 굴곡을 제거할 수 있었다. 그러나 알고리즘의 특성상 불필요한 굴곡만을 제거하기 때문에 건물의 형상이 직각의 형태를 유지하지 못하며, 최초 건물의 면적을 유지하지 못하게 되었다. 면적 분배 알고리즘의 경우 건물의 외형이 직각의 형태를 유지하며, 최초 건물의 면적을 유지하게 되었다. 건물의 단순화 처리에는 기존 선형요소의 단순화 처리 알고리즘보다 개발된 면적 분배 알고리즘 방법이 적당함을 알 수 있다.

본 연구에서 수행한 건물의 단순화에 대한 타당성을 검증하기 위해 국립지리원에서 발행한 동일지역의 1:25,000 종이지도를 건물 단순화를 통해 얻어진 결과와 비교하여 보았다.

그림 17은 1:25,000 축척의 종이지도이며 그림 19는 1:5,000 수치지도(그림 18)에 대하여 면적 분배 알고리즘을 적용하여 얻은 결과이다. 건물 단순화 적용 결과물은 기존 종이지도 보다 많은 정보를 가지고 있음을 확인할 수 있다. 이것은 종이지도의 제작 연도와 수치지도의 제작 연도의 상이함에 따른 결과이다. 또한, 건물 단순화 적용시 건물의 선택 및 삭제의 기준 적용에 따른 결과임을 알 수 있다.

건물의 외형을 단순화시키는 방법 중 면적 분배 알고

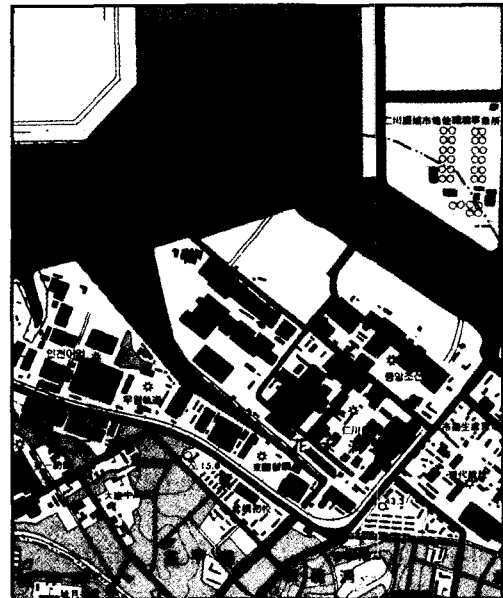


그림 17. 기존 종이 지도(1:25,000)



그림 18. 단순화 적용 전의 건물레이어(1:5,000 규정을 적용시킨 건물레이어)



그림 19. 단순화 적용 후의 건물레이어(1:25,000 규정을 적용시킨 건물레이어)

리즘을 적용시켜 얻은 건물의 단순화 결과가 기존 종이 지도와 거의 정확하게 일치하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 기존의 1:5,000 수치지도로부터 선형요

소인 도로 및 등고선과 면요소인 건물레이어를 추출하여 1:25,000으로의 축척 변화시 단순화 특성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

도로 및 등고선 선형요소에 수치지도화 허용최대오차인 5m를 허용거리로 하여 Douglas-Peucker와 Lang의 알고리즘을 적용한 결과 단순화에 의하여 소거된 점들의 표준 편차가 1.90 m~3.00 m 범위에 있었으며 56%~68%의 데이터 제거율을 나타내었다. 또한, 수치지도작성작업내규에 규정된 곡선데이터의 점간 입력 간격을 기준으로 결정된 0.8716 m를 허용거리로 한 경우 표준편차가 0.33 m~ 0.60 m의 범위에 있었으며 18%~36%의 데이터 제거율을 나타내었다. Douglas-Peucker 알고리즘이 원래의 형상유지 측면에서는 양호한 결과를 나타내었으며 데이터 제거율은 Lang 알고리즘이 우세함을 알 수 있었다.

본 연구에서 기존 선형요소의 단순화 알고리즘을 건물레이어에 적용하였을 경우 시각적으로 양호한 결과를 얻을 수가 없음을 알 수 있었는데 이는 건물의 외형이 일반적으로 사각의 형태를 취하고 있기 때문이며 기존 Douglas-Peucker 알고리즘이나 Reumann-Witkam 알고리즘이 건물들의 대표점만을 추출하고 최초 면적을 고려하지 못하기 때문이다. 그러나 면적 분배 알고리즘은 건물의 외형을 유지하면서 건물들의 불필요한 굴곡들을 제거하기 때문에 기존 단순화 알고리즘을 적용한 경우보다 시각적으로 양호하며 건물의 최초 면적과 형상을 유지할 수 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 도로, 등고선, 건물 레이어 만을 독립적으로 소축척 변환하여 단순화 특성을 분석하였다. 지도 일반화는 많은 요소들의 복잡한 처리과정이 필요하며, 향후 주요요소들과의 상관관계를 고려한 연구가 이루어져야만 할 것이다.

참고 문헌

1. 건설교통부 국립지리원, "수치지도 활용상 문제점 종합 분석", 1998.
2. 건설교통부 국립지리원, "대축척지형도 도식규정에 관한 연구", 1995.
3. 건설교통부 국립지리원, "수치지도작성작업규칙", 1995.
4. 건설교통부 국립지리원, "수치지도작성작업내규", 1995.
5. 대한측량협회, "지도도식규칙", 1994.
6. 박경렬, "수치지도제작을 위한 자동일반화시스템 개발",

- 충북대학교 대학원 박사학위논문, 1999.
7. 이강원, "수치지도 정확도 제고를 위한 수정/갱신 방안에 관한 시범연구", 한국측량학회 결과발표회 개요집, 1999, pp. 64-76.
 8. 이호남, "수치지도에 의한 지도 일반화", 명지대학교 대학원 박사학위논문, 1996.
 9. Brassel, K. E., Weibel, R., "A Review and Conceptual Framework of Automated Map Generalization", *International Journal of Geographical Information System*, Vol. 2, No. 3, 1988, pp. 229-244,
 10. Chithambaram, R., Beard, K., and Barrera, R., "Skeletonizing Polygons for Map Generalization", *ASCM/ASPRS, Annual Convention & Exposition*, 1991, pp. 44-55.
 11. Jones, C. B., "Geographical Information Systems and Computer Cartography", Addison Wesley Longman, 1997.
 12. Lee, D., "Input to Formalization of Generalization Rules", *ASCM/ASPRS, Annual Convention & Exposition*, 1997, pp. 55-61.
 13. Lee, D., "Areal Feature in Digital Map Generalization", *ASCM/ASPRS, Annual Convention & Exposition*, 1995, pp. 326-334.
 14. Miller, J.C., Lagrange, J.P., and Weibel, R., "GIS and Generalization", Taylor & Francis, 1995.
 15. McMaster, R.B., and Shea, K.S., "Generalization in Digital Cartography", *Association of American Geographer*, 1992, pp. 70-98.
 16. Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C., Kimerling, A.J., and Guptill, S.C., "Elements of Cartography", John Wiley & Sons, 1995.