

지적도 신축보정 알고리즘 고찰

***정 동 훈 · **김 병 국**

(*인하대학교 지리정보공학과,**인하대학교 지리정보공학과 교수)

1. 서론

최근에 개발된, 세부측량원도를 이용한 지적도 신축보정법(이하 원도이용 보정법)은 세부측량원도의 사정선의 굴곡점과 그에 대응하는 지적도의 필지경계점을 기준점으로 하여 지적도를 보정하고 있다. 이 보정법은 변형이 거의 없는 세부측량원도의 격자와 사정선을 기준으로 하여 현행지적도의 변형을 더욱 세분하여 보정하므로 현재 사용되고 있는 다른 보정법에 비해 이론적으로 가장 우수하고 지적도면의 신축에 의한 곡선적인 변형을 잘 보정한다고 할 수 있다. 그러나, 과도한 변형을 적은 수의 기준점을 사용하여 보정함으로써 인하여 필지경계선의 모양이 바뀌고, 정확도가 낮아지는 현상이 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이런 문제를 해결하여 세부측량원도를 이용한 보정법의 보정 정확도를 향상시키고자 한다.

도곽선의 변형을 정확히 모델링하여 이를 보정한다면 이 자체로는 원도이용 보정법을 사용한 보정의 정확도에는 미치지 못하지만 두 방법을 적절히 혼합하여 사용한다면 서로의 단점을 보완할 수 있으므로 혁신적인 정확도의 향상이 기대된다.

2. 지적도면의 변형유형

1996년의 「지적도면 전산화 시범사업 완료보고서」에서는 도곽선의 변형패턴을 대하여 ① 종·횡방향에서 모두 감축된 경우, ② 중앙부위를 중심으로 방사방향으로 신축되어 도곽선이 곡선형태가 된 경우, ③ 상부는 신축이 적고 하부만 신축된 경우 또는 이와 반대의 경우의 3가지로 분류하였다. 이 연구에서는 구체적인 자료를 제시하지 않았지만 도면의 변형패턴에 대해 묘사가 잘 되어있다.

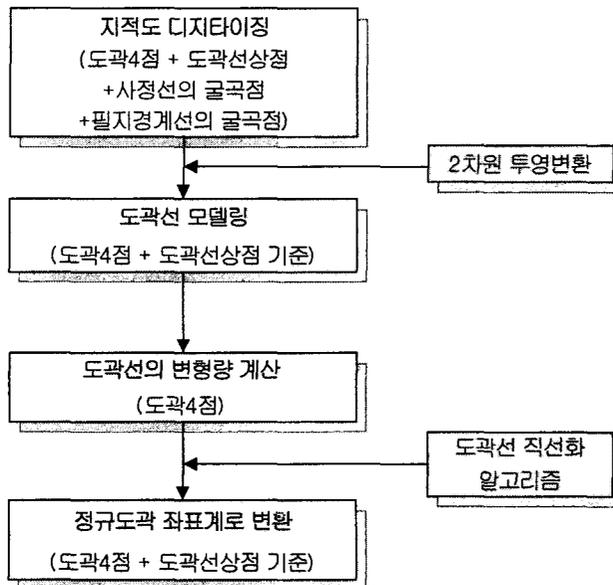
1997년도의 「지적도면 수치파일화 작업규정 및 전산화에 관한 연구」에서는 대전광역시 유성구 12개 동의 세부측량원도와 동일지역의 현행지적도에 대하여 신축량을 조사하여 그 구체적인 자료를 제시하였다. 대상지역 내 80장의 세부측량원도에 대한 조사결과 77%의 도곽선에 축소변형이 있었으며 5%만이 신장변형이 일어났음이 밝혀졌다.

3. 도곽선을 이용한 보정법

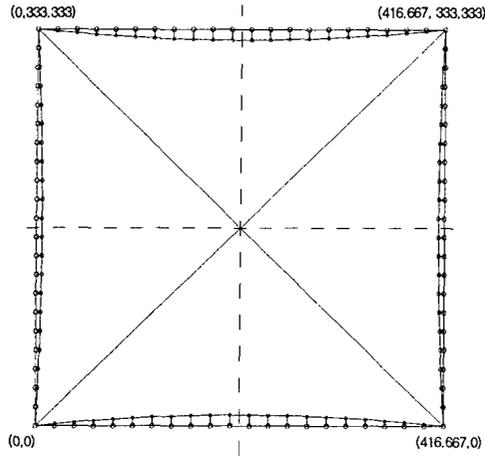
도곽선을 이용한 신축보정법의 순서도는 <그림 1>과 같다. 먼저 지적도를 디지털화하고 2차원 투영변환을 통하여 정규도곽으로 변환한 후 도곽선 모델링 기법을 이용하여 도곽선의 변형량을 계산한 수 미지점의 변형을 보정한다.

3.1 도곽선 모델링

디지털화된 도곽선상의 점들이 도면의 신축을 대표하기 위해서는 조밀하면서도 일정한 간격을 유지하여야 한다. 그러나 실제에 있어서 디지털화는 수작업으로 이루어지고 시간과 비용의 제약이 있기 때문에 간격이 불규칙하고 점의 수가 적다. 따라서 도곽선을 모델링하여 디지털화된 점들 사이의 도곽점들을 추정하여야 하며 이때 사용하는 이론들은 많으나 본 논문에서는 spline 함수 보간법을 사용하였다. Spline 함수 보간법은 선형 보간법과 마찬가지로 도곽선상의 미지점을 찾기 위해서는 구간을 정하여야 한다. 그러나 이때는 직선 대신 곡선으로 연결하고 곡선의 방정식은 이웃한 4개의 점으로부터 계산된 3차 식의 계수를 가진다.



<그림 1>. 도곽선 이용 보정법의 순서도



〈그림 2〉 도곽선의 변형량 계산

3.2 도곽선의 변형 계산

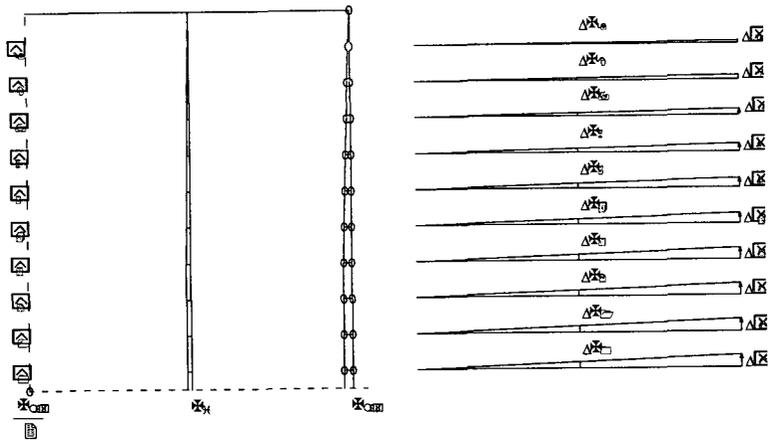
도곽선 모델링이 끝나면 정규도곽과 비교하여 그 변형량을 계산한다. 예를 들어 1/1,200 지적도를 디지털화하면 <그림 2>와 같은 모양이 될 것이다. 안쪽으로 완만하게 굽어 들어간 선은 변형된 지적도의 도곽선이고 바깥쪽의 직선은 정규도곽선이다. 도곽선상의 점은 디지털화된 점들이다. 도면의 중심점으로부터 위쪽과 아래쪽의 도곽선으로는 y축 변형만을 계산하고 오른쪽과 왼쪽의 도곽선으로는 x축 변형만을 계산한다.

3.3 변형량 보정

도곽선에 나타난 변형을 도면 전체에 배분하는 방법은 다음과 같다.

$$\text{미지점의 변형량} = \frac{\text{도곽점의 변형량} \times \text{중심점에서 미지점까지 수평(수직)거리}}{\text{중심점에서 해당구간의 도곽선상 점까지 수평(수직)거리}}$$

즉, 본 연구에서는 도곽선의 변형은 도면전체의 신축을 반영하므로 도면 중심점에서 도곽선까지 거리에 대한 도곽선의 변형량은 미지점까지 거리에 대한 그 점의 변형량이라고 가정하였다. 물론, 도면의 지질에 따른 국부적인 변형이 있지만 이 문제는 원도이용 보정법을 적용하여야 한다. 도곽선에 일어난 변형만으로는 그 변형을 추정할 수 없기 때문이다. 다음의 <그림 3>은 도곽선의 변형을 이용하여 미지점의 변형을 계산하는 방법을 그림으로 표현한 것이다. 미지점에 대한 변형량의 계산이 끝나면 그 변형량 만큼을 입력된 좌표에 보정하여 준다.

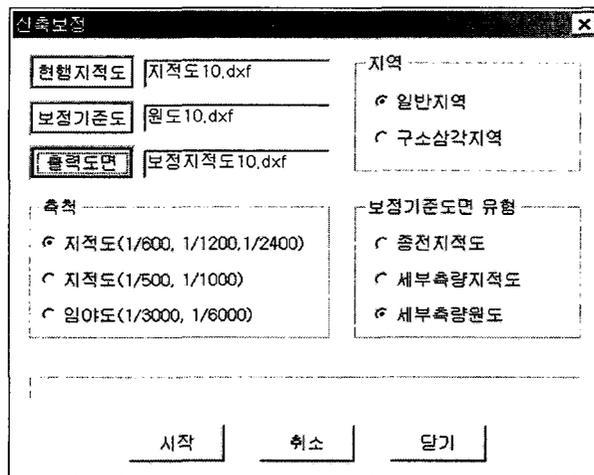


2

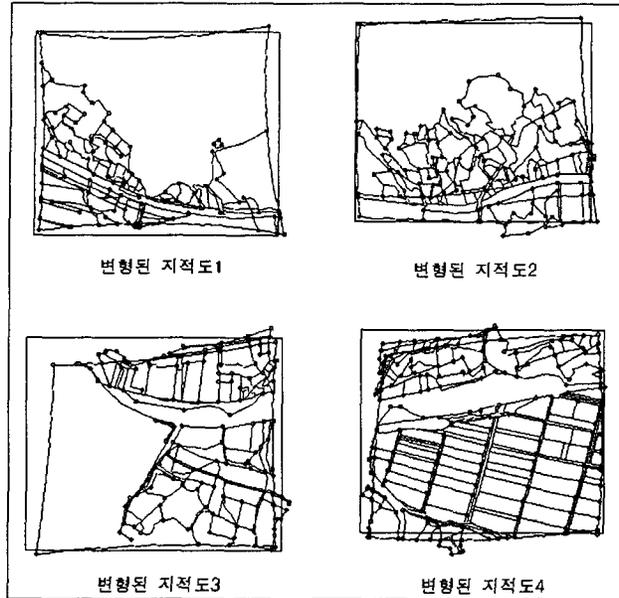
<그림 3> 미지점의 변형량 계산

4. 보정 알고리즘 정확도 실험

원도이용보정법과 도곽선 직선화 알고리즘을 병용하여 <그림 4>의 지적도 신축보정 프로그램을 개발하였다. 지역과 축척, 보정기준도면의 유형 따라 각각 다른 보정이 이루어지며 입출력형식은 DXF R12이다. <그림 5>와 같이 지적도를 변형유형에 따라 임의로 변형시켜 실험 자료로 사용하였다.



<그림 4> 신축보정 프로그램



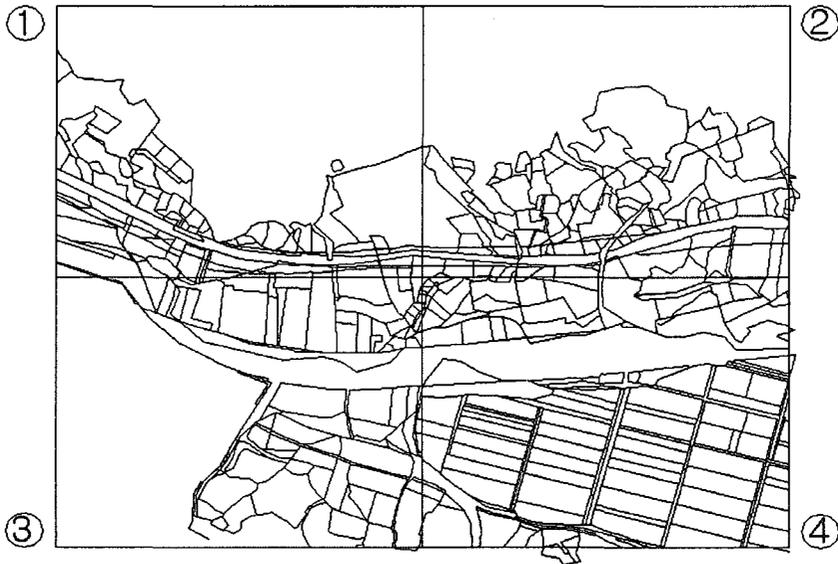
〈그림 5〉 변형된 지적도(실험자료)

먼저, 기존의 원도이용 보정법을 실험하여 그 RMSE를 구하고, 다음으로 원도이용 보정법과 도곽선이용 보정법을 하나의 보정법으로 구현하여 RMSE를 구한 후 결과를 서로 비교하였다.

다음의 <표 1>에서, 원도이용 보정법의 RMSE가 「지적도면 수치파일화 작업규정 및 전산화에 관한 연구(1997)」에서 결과로 제시한 $\pm 0.3\text{mm}$ 를 훨씬 초과하고 있다. 그러나 이는 실험에 사용한 지적도와 원도의 변형이 다른데서 오는 차이일 뿐 알고리즘상의 오류는 아니다. 특히 이전의 실험에서는 세부측량원도의 변형이 거의 없다고 가정하였기 때문에 세부측량원도에는 선형적인 변형만을 적용하였었다. 그러나 본 연구에서는 세부측량원도에도 곡선적인 변형이 있다고 가정하여 팽창곡선변형이나 수축곡선변형을 적용하였기 때문에 원도이용 보정법만으로는 곡선변형에 충분한 보정을 해주지 못하였음을 알 수 있다.

〈표 1〉 지적도의 RMSE(mm)

	적용된 변형	좌표 축	원도이용 보정법	두보정법 병용
도면1	원도(팽창곡선) 지적도(수축곡선+편향곡선)	X	0.369	0.199
		Y	0.888	0.033
도면2	원도(수축곡선) 지적도(팽창곡선+편향곡선)	X	0.296	0.214
		Y	0.837	0.018
도면3	원도(팽창곡선) 지적도(수축곡선+선형)	X	0.244	0.019
		Y	0.886	0.023
도면4	원도(수축곡선) 지적도(팽창곡선+선형)	X	0.244	0.019
		Y	0.961	0.025



〈그림 6〉 도곽선과 원도를 이용한 인접지역의 보정후 지적도

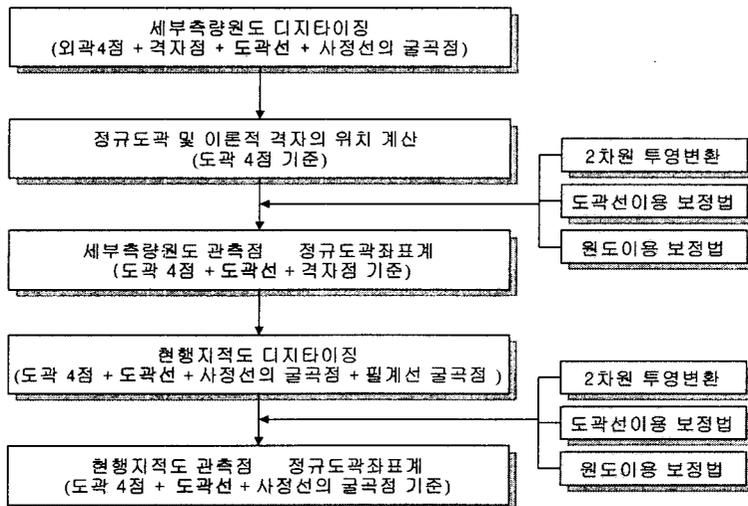
실험결과 두 보정법을 병행한 방법이 최소 13배(도면3의 X축) ~ 최대 47배(도면2의 Y축)의 정확도 향상을 나타내었다. <그림 6>은 두 보정법을 병용하여 보정한 인접지역 지적도이다.

5. 결론

원도를 이용한 보정법의 정확도 향상을 위하여 <그림 7>에 보인 순서도와 같이 도곽선이용 보정법을 사용하여 선행보정하고 다시 원도이용 보정법을 사용하는 알고리즘을 구현하였으며 그 정확도를 검증하였다. 실험결과 최소 13배, 최대 47배의 정확도 향상이 있었다.

도곽선의 변형을 보정하는 방법은 2차원 투영변환만을 이용한 보정에 비하여 곡선적인 변형을 보정할 수 있으므로 세부측량원도가 없는 경우에도 기존의 보정방법에 비해 보정 정확도가 향상된다. 또한, 원도이용 보정법을 사용하여 과도한 변형을 보정하는 경우 기준점에서 가까운 부분의 보정정도와 먼 부분의 보정정도가 달라 필지의 모양이 눈에 띄게 변화하였으나 도곽선이용 보정법은 기준점에서 먼 미지점도 선행보정을 통하여 대략의 위치로 보정하기 때문에 필지 모양의 변화를 줄일 수 있으므로 보정법의 실제적인 활용에 크게 기여할 것으로 기대된다.

본 연구에서는 지적도가 도면의 중심부위를 중심으로 방사적인 신축을 보이고 팽창과 수축변형이 많다는 조사결과를 바탕으로 알고리즘을 구현하고 실험하였다. 그러나 이 변형 이외의 변형도 고려하여야 하므로 차후 여러 가지 변형패턴을 보정할 수 있는 보정법이 개발되어야 할 것이며, 디지털이징되어야 할 점과 선이 많으므로 디지털이징의 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 스캐닝과 벡터라이징에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.



<그림 7> 병합 프로그램의 순서도

참 고 문 헌

- 강태석, "지적측량학", 형설출판사, 1996.
- 박재연, "수치해석", 정익사, 1996.
- 한국전산원, "종합토지정보시스템 구축사업 추진(실험사업 제1차년도 보고서)", 1994.
- 한국전산원, "지적도면 수치파일화 작업규정 및 전산화에 관한 연구", 1997.
- 한국전산원, "지적도면 전산화 시범사업 완료보고서(대전광역시 유성구를 대상지역으로)", 1996.
- 한국전산원, "지적도면 전산화 시범사업 최종결과보고서", 1997.
- 한국전산원, "한국종합토지정보시스템 구축방안", 1993.
- Paul R. Wolf, Charles D. Ghilani, "ADJUSTMENT COMPUTATIONS : Statistics and Least squares in Surveying and GIS", John wiley & Sons, Inc, 1997.
- Richard L. Burden, J. Douglas Faires, "Numerical Anaysis", Brooks/Cole Publishing Company, 1997.
- Stephen C. Guptill And Joel L. Morrison, "Elements of Spatial Data Quality", International Cartographic Association, 1995.