

Grid 기법을 이용한 지형 모델링의 정확도에 관한 연구

Accuracy of Grid-based Terrain Modeling Methods

장병진 · 이인성
서울시립대학교 조경학과

Chang, Byung-Jin · Lee, Insung
Dept. of Landscape Architecture, The University of Seoul

I. 서론

3차원 수치표고모형(DEM)에서 지형을 표현하는 방법에는 불규칙한 삼각형으로 지형을 표현하는 TIN(Triangulated Irregular Network)과 지형을 일정크기의 격자로 나누어 표현하는 격자(Grid)법의 두가지가 일반적으로 사용된다. 격자로 표현된 표고모형은 TIN에 비하여 보기가 깔끔하고 데이터크기가 작으며 raster GIS 데이터로 쉽게 변환할 수 있는 장점이 있지만 지형의 왜곡이 일어난다는 단점이 있다.

본 연구의 목적은 격자법으로 수치표고모형을 구축할 때 사용되는 여러 가지 보간법들과 주어진 지형 여건에 따라 정확도가 어떻게 달라지는가를 비교분석하고 이에 근거하여 격자표고모형 구축을 위한 가장 정확한 보간법을 찾아내 고자 하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구의 과정

실험에는 AutoCAD R14와 Visual LISP가 사용되었다. 실험을 위한 지형데이터는 서울의 실제 지형에서 2,000×2,500m의 크기로 급경사 (41.0%), 중간 경사 (21.0%), 완경사(7.3%)의 세지역을 선정, 50m 격자표고모형을 만들어 사용하였다. 실험과정은 다음과 같다.



첫째, 실험지역의 지형에서 무작위로 점등고(spot elevation)를 추출하였다. 이 과정에서 추출된 점등고의 수에 따라 격자표고모형의 오차가 달라질 수 있으므로 점등고의 수를 격자표고모형 셀 수의 1, 2, 3, 4, 5, 6배로 변화하며 발생시켜 실험하였다.

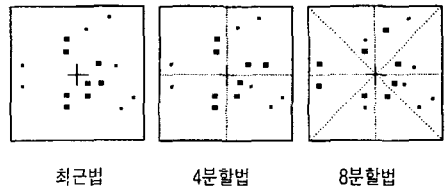
둘째, 추출된 점등고를 근거로 하여 200m 격자 표고모형을 구축하였는데, 다음과 같은 보간법 선택요인들이 검토되었다.

1) 참조표고점의 수: ① 8개 ② 16개의 2가지 경우

2) 참조표고점의 선택방법: ① 최근법(Nearest neighbor search method) ② 4분할법(Quadrant search method) ③ 8분할법(Octant search method)의 3가지 경우

3) 격자의 높이값 추정법: ① 단순 평균법 ② 가중 평균법(1/d) ③ 제곱 가중 평균법(1/d²)의 3가지 경우

셋째, 원래의 점등고를 각각의 격자 표고모형에 투영하여, 원래의 높이값과 격자 표고모형에서 계산된 높이의 차이(오차)를 구하였다.



이러한 실험의 결과로 3(경사)×6(표고점밀도)×2(참조점수)×3(참조점선택법)×3(높이추정법)의 총 324회의 실험이 행하여졌으며, 각각의 격자표고모형에서 오차의 평균, 오차의 분산, 최대 및 최소 오차 등의 데이터를 추출하고 이를 T-test, F-test 등의 방법으로 통계분석하여 지형조건과 보간법의 차이에 따른 정확도를 분석하였다.

III. 실험결과 분석

실험의 결과를 요약해보면 다음과 같다.

첫째, 외적 요인이라고 할 수 있는 경사와 표고점밀도 두 요인에 대한 F-test의 결과는 두 요인 모두가 격자표고모형의 오차에 영향을 미치는 요인임을 보여주고 있다. 그러나 그룹간의 차이를 검증하는 사후검증의 결과를 보면 경사에 관해서는 모든 그룹간의 차이가 유의적으로 인정되지만 표고점밀도에 관해서는 '점밀도 1'과 '점밀도 3 이상' 사이의 차이만 유의한 것으로 나타났다. 이는 경사가 급할수록 오차가 커지는 차이는 명확하지만 점밀도에 따른 오차는 점밀도가 아주 낮은 경우를 제외하고는 차이가 명확하지 않음을 보여준다.

<표 1> 외적요인에 따른 격자표고모형의 정확도의 차이

외적요인	F (Sig.)	사후검증
경사(F)	512.990(.000)	모든 그룹간 차이가 유의
표고점밀도(F)	3.983(.002)	'1'과 '3 이상'의 차이만 유의

둘째, 격자표고모형을 추출하는 보간법 선택요인에 해당되는 참조점 갯수, 참조점 선택방법, 높이값 추정법 등의 변화에 따른 오차의 차이를 보면, 참조점 수와 높이값 추정법이 결과의 정확도에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 높이값 추정법 중에서는 제곱가중평균법이 가장 높은 정확도를 보였으며 가중평균법, 단순평균법의 순서로 정확도가 낮아졌다. 참조점 수는 8개의 점을 선택하였을 때보다 16개 점을 선택할 때의 정확도가 오히려 낮아지는데, 이는 참조점의 수가 많아지면서 멀리 떨어진 점들이 선택되고 이에 따라 추정의 정확도가 떨어지기 때문인 것으로 보인다.

정확도에 영향을 미치는 주된 외적 요인인 경사별로 구분하여 보면, 높이값 추정법과 참조점 수에 따른 오차의 차이는 모든 경사조건에서 모든 그룹간의 차이가 유의한 것으로 분석되었으나, 참조점 선택방법에 따른 오차의 차이는 경사조건을 통제한 후에도 유의하지 않게 나타난다. 이상의 결과를 종합해 보면 8개의 참조점을 선택하고 제곱가중평균법을 사용하여 격자 높이값을 추정하는 것이 가장 정확한 격자표고모형을 구축하는 효과를 보였다고 말할 수 있다.

<표 2> 보간법 선택요인에 따른 격자표고모형의 정확도의 변화

구분		T or F (sig.)							
		전체		경사조건별					
				완경사		중간 경사		급경사	
보간법 선택요인	T or F	평균	T or F	평균	T or F	평균	T or F	평균	
참조점 개수(T)	8개	2.256	6.689	2.978	2.233	3.808	6.339	3.014	11.494
	16개	(.025)	7.863	(.004)	2.688	(.000)	7.392	(.003)	13.510
참조점 선택방법 (F)	최근법	.041	7.308	.042	2.439	.109	6.918	.078	12.546
	4분할법	(.960)	7.172	(.959)	2.458	(.897)	6.768	(.925)	12.315
	8분할법		7.348		2.490		6.910		12.645
추정법(F)	단순평균	12.027	8.909	29.620	3.100	53.100	8.271	29.939	15.357
	가중평균	(.000)	7.023	(.000)	2.376	(.000)	6.667	(.000)	12.026
	제곱가중평균		5.896		1.906		5.657		10.124

일반적으로 격자표고모형의 추출을 위해 널리 쓰이고 있는 LANDCADD의 결과와 본 연구에서 가장 정확한 방법으로 밝혀진 보간법(8개의 참조점 선택, 제곱가중평균법을 사용하여 추정)의 오차를 비교해 본 결과는 <표 3>과 같다. 본 연구에서 검증된 방법은 LANDCADD의 결과에 비하여 오차의 평균에 있어서는 약간 나은 정도에 그치고 있지만 오차의 표준편차가 훨씬 적어 LANDCADD의 결과에 비해 매우 안정적인 결과를 도출해준다고 볼 수 있다. 이러한 점은 최대 오차를 살펴봄으로써도 알 수 있는데, 본 연구에서 검증된 방법에 비하여 LANDCADD의 최대오차는 3배 이상에 달하여 경우에 따라 매우 왜곡된 격자표고모형이 만들어질 위험이 있는 것으로 판명되었다.

<표 3> LANDCADD 결과와 비교

구분	오차의 평균	오차의 표준편차	최대 오차
8개 참조점+제곱가중평균	5.605	5.782	102.05
LANDCADD	5.873	8.699	361.31