

## 재구성된 등고선도를 리용한 DEM정확도평가방법

량 철 국

수자높이모형(DEM)은 지형높이자료에 의한 지형곡면의 수자화모의 혹은 지형형태에 대한 수자적표시이다.

DEM을 두가지 측면 즉 넓은 범위와 좁은 범위에서 다음과 같이 정의할수 있다.[1]

좁은 범위에서 DEM은 지표면의 해발높이를 수자적으로 표현한것으로 정의할수 있다. 이러한 정의는 지표나 해발높이, 수자적표현범위안에서 표현된 범주로서 사람들이 이해하기 쉽다.

넓은 의미에서 DEM은 공간에 존재하는 지리적대상의 해발높이를 수자적으로 표현한것으로 정의할수 있다. 이것은 해저나 지하암석층 그리고 보이지 않는 지리적대상(실제로 공중의 등압면)에 DEM을 응용하기 위하여 정의한것으로서 보다 넓은 범위를 포괄한다. 즉 DEM은 땅결면에서 연속적인 지형의 정량적표사의 한 종류이다. DEM은 경관에 대한 정량적인 분석과 수문학적분석, 토양침식모의 등 지리적현상과 인위적현상모의에 광범히 리용되고있다.[2]

현실에서는 DEM에 기초한 지형과 관련하여 DEM의 질 즉 정확도를 어떻게 평가할것인가 하는 문제가 제기되는데 최근에 DEM을 리용하여 구성된 등고선도를 초기등고선도와 비교하여 DEM의 정확도를 평가하기 위한 연구가 진행되고있다.

이 방법의 원리는 주어진 DEM으로부터 얻은 등고선들과 초기등고선들사이의 편차를 찾아내는것이다.

DEM의 정확도를 평가하기 위하여 선행연구[3]에서는 2개의 지표들인 수준편차와 수평편차를 고려하여 재구성된 등고선들을 리용하였다. 또한 선행연구[4]에서는 DEM으로부터 생성된 등고선도들의 오차를 객관적으로 평가하기 위하여 모임론에 기초한 정량적방법론을 제기하였다.

이와 같은 DEM의 정확도를 평가하기 위한 방법들은 일정한 부족점을 가지고있었다. 그것은 DEM의 정확도평가에 리용한 지표들이 현실에서 얼마나 효과적인가를 정량적으로 밝히지 못한것이다.

론문에서는 수평지역오차를 DEM의 정확도평가지표로 제기하고 스플라인보간방법에 기초하여 구성된 등고선도를 리용하여 DEM의 정확도를 평가하였다.

현실지형으로부터 얻어진 초기등고선들은 정규망을 형성하는 중요한 원천들이며 이것들은 정확도를 평가하기 위한 표준으로 리용할수 있다. 정규망으로부터 얻어진 등고선들은 지표면모의에 부정적영향을 주는 지형의 불확정성과 불규칙성으로 인하여 일정한 편차를 가지고있다.

수평지역오차(HAD: Horizontal Area Deviation)란 지형도의 초기등고선들과 정규망으로부터 얻은 등고선들을 중첩시켰을 때의 차이를 말한다.

초기등고선들과 재구성된 등고선들의 중첩실례는 그림과 같다.

그림에서 보는바와 같이 수평선들로 채워진 초기등고선들의 투영구역은 모임 A로 정의되고 수직선들로 채워진 재구성된 등고선들의 투영구역은 모임 B로 정의된다. 그림을 통하여 모임 A와 B사이 오차지역이 존재한다는것을 알수 있다. X를 모임 A의 바깥쪽의 모임 B의 령역이고 Y를 모임 A의 안쪽령역이라고 할 때 HAD는 다음과 같다.

$$HAD = \frac{1}{n} \sum [(X_i + Y_i) / m_i]^2 \quad (*)$$

여기서  $n$ 은 등고선의 개수,  $X_i$ 와  $Y_i$ 는 각각  $X$ 와  $Y$ 의  $i$ 번째 순서,  $m_i$ 는  $i-1$ 번째와  $i+1$ 번째 초기등고선들에 의해 둘러싸인 구역이다.

HAD는 초기의 등고선들과 재구성된 등고선들의 분산을 표현한다. DEM의 정확도가 떨어질수록 HAD값은 더 커진다.

식 (\*)은 DEM의 정확도를 평가하기 위한 일반적인자인 평균두제곱편차(RMSE)와 비교된다. 평균두제곱편차는 다음과 같다.

$$RMSE = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_k^n (R_k - Z_k)^2}$$

여기서  $Z_k$ 와  $R_k$ 는 각각 관측해발높이와 추정해발높이이다.

서로 다른 지형특성들을 가진 2개의 지역들인 구역 1과 2에서 DEM의 정확도를 평가하였다.

A지역은 지형겉면이 비교적 평평한 지역이고 B지역은 A지역에 비하여 상대적으로 복잡한 지역이다. 이 2개의 지역은 서로 갈라져있으며 A지역은 위도  $37^{\circ}48' \sim 38^{\circ}06'$ , 경도  $126^{\circ}42' \sim 127^{\circ}08'$ , B지역은 위도  $39^{\circ}51' \sim 39^{\circ}59'$ , 경도  $127^{\circ}09' \sim 127^{\circ}16'$ 에 놓여있다.

스플라인보간방법을 적용하여 보간을 진행하였다. 1m간격의 높이자료점들을 가진 벡토르등고선계렬은 10개의 서로 다른 분해능을 가진 DEM을 창조하는데 리용되었다. 위의 각이한 분해능의 DEM들로부터 재구성된 등고선들을 얻어 ArcGIS 10.1에서 초기등고선들에 중첩시켰다.

HAD와 RMSE의 비교결과는 표와 같다.

표. 연구지역에서 분해능에 따르는 HAD와 RMSE의 비교

지역	분해능/m	HAD/m	RMSE/m	지역	분해능/m	HAD/m	RMSE/m
1	0.5	0.010	0.011	2	0.5	0.008	0.009
	1.0	0.023	0.015		1.0	0.020	0.011
	1.5	0.038	0.026		1.5	0.044	0.039
	2.0	0.072	0.066		2.0	0.050	0.049
	2.5	0.088	0.058		2.5	0.062	0.060
	3.0	0.072	0.047		3.0	0.068	0.058
	3.5	0.104	0.061		3.5	0.104	0.053
	4.0	0.110	0.090		4.0	0.094	0.070

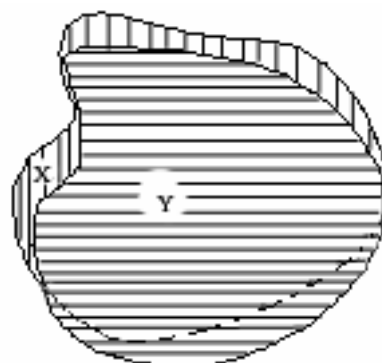


그림. 초기등고선과 재구성된 등고선의 비교

표에서 보는바와 같이 HAD인자는 2개의 연구지역들에서 RMSE와 유사한 경향성을 보여준다. 지역 1과 2에서 HAD와 RMSE는 DEM 분해능의 증가에 따라 증가하였다. RMSE는 높이점들에만 국한되지만 HAD는 보간을 진행한 결과 전체 영역을 고찰하므로 RMSE보다 더 믿음성이 있다. 표에서 A지역과 B지역에서 분해능에 따르는 HAD와 RMSE결과를 비교하여 보면 A지역에서 분해능이 떨어질수록 HAD값은 RMSE에 비해 크게 변하며 A지역에 비하여 B지역에서 HAD나 RMSE가 둘 다 작다는것을 알수 있다. 이것을 보고 A지역에 비하여 B지역의 지형이 비교적 평탄하다는것을 알수 있고 HAD가 RMSE보다 오차를 보다 더 민감하게 반영한다는것을 알수 있다. 즉 DEM의 정확도를 HAD가 더 잘 반영한다.

### 맺 는 말

수평지역오차(HAD)가 DEM의 정확도를 평가하는데서 효과적이면서도 쉬운 지표라는 것을 알수 있다. 그러므로 DEM의 정확도평가에서 HAD를 리용하는것이 합리적이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 강영호; 수치지형모형, 김일성종합대학출판사, 171~178, 주체100(2011).
- [2] 류동권; 수치지형분석, 김일성종합대학출판사, 20~119, 주체101(2012).
- [3] G. X. Wang et al.; J. Geomatics Science and Technology, 27, 1, 9, 2012.
- [4] Q. S. Fan et al.; Science of Surveying and Mapping 3, 3, 118, 2008.

주체106(2017)년 7월 5일 원고접수

## Assessment Method of DEM Accuracy using Reconstructed Contours Map

*Ryang Chol Guk*

I set up a new index, Horizontal Area Deviation for DEM accuracy assessment using Reconstructed Contours Map derived from DEM.

I proved that HAD is more effective than the other through the test of two areas with different terrain characteristics.

Key words: DEM, RMSE, horizontal area deviation