

합리적인 영향거리설정에 의한 수자지형 높이자료의 잡음제거

김성훈, 전혁철

수자지형높이자료는 국토계획 및 관리, 적지평가를 비롯한 여러 분야에서 널리 쓰이는 기초지리자료이다.[1, 2] 현재 배포되어있는 수자지형높이자료원천들에는 여러가지가 있는데 모든 자료원천들은 일정한 부족점들을 가지고있다. 특히 위성수감장치들에 의하여 얻은 자료들에는 수감장치의 특성, 자료측정조건, 자료처리방법 등에 의하여 여러가지 오차성분들이 포함된다.

본문에서는 합리적인 영향거리설정에 의하여 수자지형높이자료원천에 포함되어있는 잡음성분들을 제거하고 자료의 질을 높이기 위한 방법을 서술하였다.

1. 이론적연구

일반적으로 수자지형높이자료원천들에는 실지 지형높이자료와 오차성분이 포함되어있다. 큰 오차(실수오차)가 없다고 할 때 높이측정자료는 다음과 같이 표시된다.

$$F=Z+V \quad (1)$$

여기서 F 는 실지 지형높이자료, Z 는 측정한 높이자료, V 는 오차성분이다.

식 (1)에서 오차성분을 잡음이라고 정의한다. 잡음은 실지 높이측정값에 대하여 주어진 한계값보다 작은 범위에 놓이는 공간적으로 분포된 우연오차들이다. 이러한 잡음들을 제거하기 위한 여러가지 방법들이 제기되었다.[3-5] 이 방법들을 분석한데 기초하여 본문에서는 잡음이 지형학적변화에 비하여 상대적으로 클 때 그것을 효과적으로 제거하기 위한 다중축척평활화방법을 적용하였다.[5] 다중축척평활화방법은 자료보간을 위한 국부지역평균법이다.

이 방법의 기본원리는 다음과 같다.(정규수자지형자료망에서 고찰하기로 한다.)

① 입력된 수자지형높이자료원천에서 측정한 높이자료와 잡음자료를 다음과 같이 표시한다.

$$Z=\{z_{ij}\}, V=\{v_{ij}\}, (i=1, n, j=1, m) \quad (2)$$

② 수자지형높이자료원천에서 주목하는 자료점을 둘러싸고있는 린접점들의 높이자료에 의하여 그 점에 대한 평균높이값 \bar{z}_{ij} 를 얻는다.

$$\bar{z}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^q d_k z_k}{\sum_{k=1}^q d_k} \quad (3)$$

여기서 z_k 는 고찰하는 자료점 주변의 높이점들로부터 얻은 높이평균값, d_k 는 주목하는 자

료점으로부터 주변높이점들까지의 거리, q 는 선택된 주변높이점들의 수이다.

③ 주목하는 자료점에 대하여 실지 측정값과 식 (3)에서 얻은 평균값과의 차를 다음과 같이 계산한다.

$$v_{ij} = z_{ij} - \bar{z}_{ij} \quad (4)$$

④ 수치지형높이자료원천의 매 자료점에 대하여 그 점까지 포함한 5근방 린점점들의 차에 의한 2제곱편차를 잡음으로 정의하고 잡음자료망을 구성한다. 잡음자료망은 수치지형높이자료원천망과 공간분해능이 같도록 구성한다.

$$s_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^q v_k v_k}{5}} \quad (q=5) \quad (5)$$

그림 1에서는 주목하는 자료점주변의 높이점들로부터 얻은 높이평균값과 잡음을 보여준다.

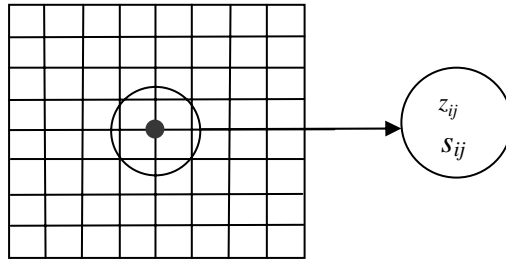


그림 1. 주목하는 자료점주변의 높이점들로부터 얻은 높이평균값과 잡음($d=1$)

②-④까지의 공정을 수치지형높이자료원천의 매 자료점에 대하여 주변높이점들까지의 거리를 변화시키면서 반복한다.(그림 2)

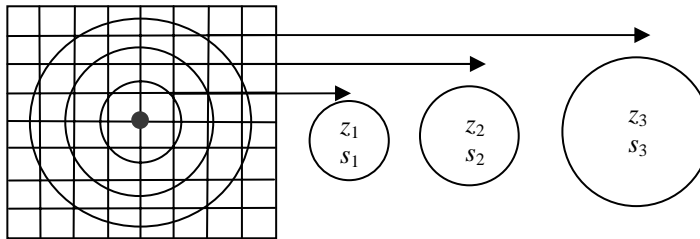


그림 2. 각이한 거리에서 고찰하는 자료점주변의 높이점들로부터 얻은 높이평균값과 잡음

얻어진 결과들을 비교분석하여 제일 합리적인 평활화파라미터들을 선택한다. 다음 얻어진 결과들에 대한 정확도분석을 진행한다.

2. 연구지역의 설정 및 실험

론문에서 제기한 방법에 기초하여 ㅅ지역을 설정하고 실험을 진행하였다. 설정된 ㅅ지역에 대한 1: 5만지형도에서 얻은 높이자료는 잡음이 비교적 심하게 나타나므로 잡음을 제거하여야 리용할수 있다. 잡음을 정량적으로 평가하기 위하여 위도선에 평행인 검열선을 설정하고 그에 따르는 지형단면도와 통계값들을 얻었다.(그림 3, 표 1)

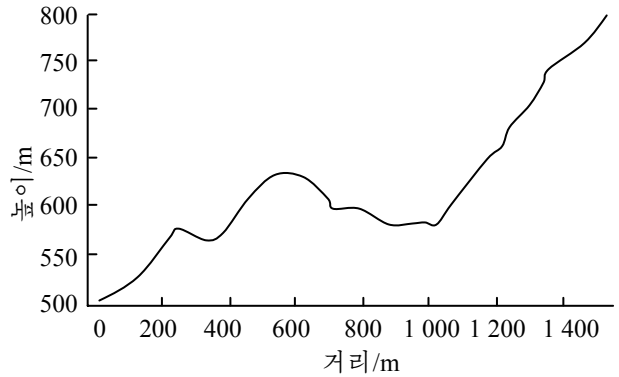


그림 3. 사지역에서 잡음을 포함하고있는 지형높이자료
 ㄱ) 잡음을 포함한 지형높이자료, ㄴ)검열선단면도

그림 3을 분석하여보면 전반적인 지역에서 지형높이자료에 대한 잡음의 영향이 비교적 큰데 이것은 ㄱ)에서는 시각적으로 줄무늬들이 나타나며 ㄴ)에서는 지형단면선이 기본 단면선을 중심으로 하여 작은 진폭으로 요동이 심하다는것을 알수 있다.

표 1. 각이한 거리에서 계산된 지형높이자료들에 대한 지형단면도자료

지형높이자료	단면선을 이루는 점의 수	최소높이값 /m	최대높이값 /m	평균높이값 /m	표준편차 /m	높이차구간 /m
원천자료	174	500.38	794.23	617.29	71.68	293.85
러파처리하였을 때	174	499.34	793.23	617.21	71.63	293.89
$d=3$ 일 때	174	498.10	790.57	616.82	71.48	292.47
$d=5$ 일 때	174	496.34	786.41	616.03	71.39	290.07
$d=7$ 일 때	174	493.79	781.76	615.09	71.38	287.97
$d=9$ 일 때	174	490.38	776.30	613.90	71.36	285.92

먼저 논문에서 제기한 방법론에 기초하여 $d=3, 5, 7, 9$ 일 때 식 (3)–(5)에 의하여 계산한 높이평균값자료망과 잡음자료망자료를 얻는다.(그림 4, 표 2)

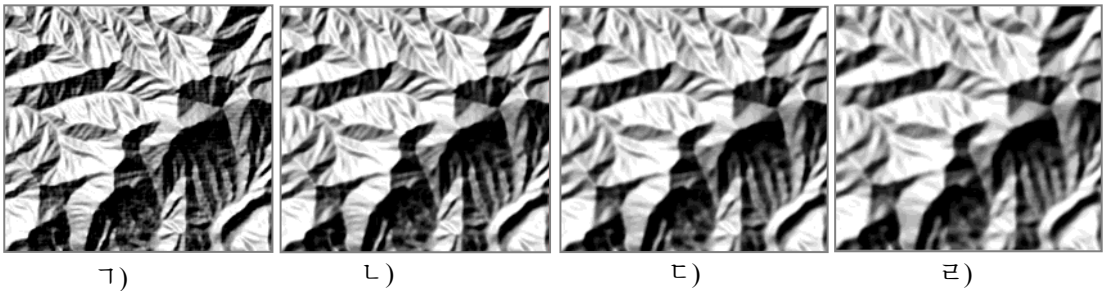


그림 4. 각이한 거리에서 계산된 지형높이자료
 ㄱ)–ㄹ)는 d 가 각각 3, 5, 7, 9인 경우

그림 4의 자료를 분석하여보면 거리 d 의 값이 클수록 잡음이 제거되고 평활화수준이 높아지며 대신 세부정보를 잃어버리는 정도가 커진다는것을 시각적으로 알수 있다.

또한 표 2의 자료로부터 거리 d 의 값이 클수록 즉 평활화수준이 높아질수록 잡음자료망의 전반적인 지표값들 즉 최대값, 평균값, 표준편차값들이 증가한다는것을 알수 있다.

이것은 잡음을 포함하고있는 원래의 지형높이자료와 잡음제거계산에 의하여 얻어진 지형높이자료의 차가 평활화수준이 높을수록 커진다는것을 보여준다.

표 2. 각이한 거리에서 계산된 지형높이자료들에 대한 잡음행렬자료

거리 (그물망점수)	최소값/m	최대값/m	평균값/m	표준편차/m
$d=3$	0	26.66	0.78	0.89
$d=5$	1.27	93.09	6.55	5.70
$d=7$	0	191.40	16.47	13.99
$d=9$	0	358.23	35.67	28.97

다음으로 잡음제거정도를 정량적으로 평가하기 위하여 그림 3에서 리용한 검열선을 리용하여 지형단면도들을 얻는다.(그림 5)

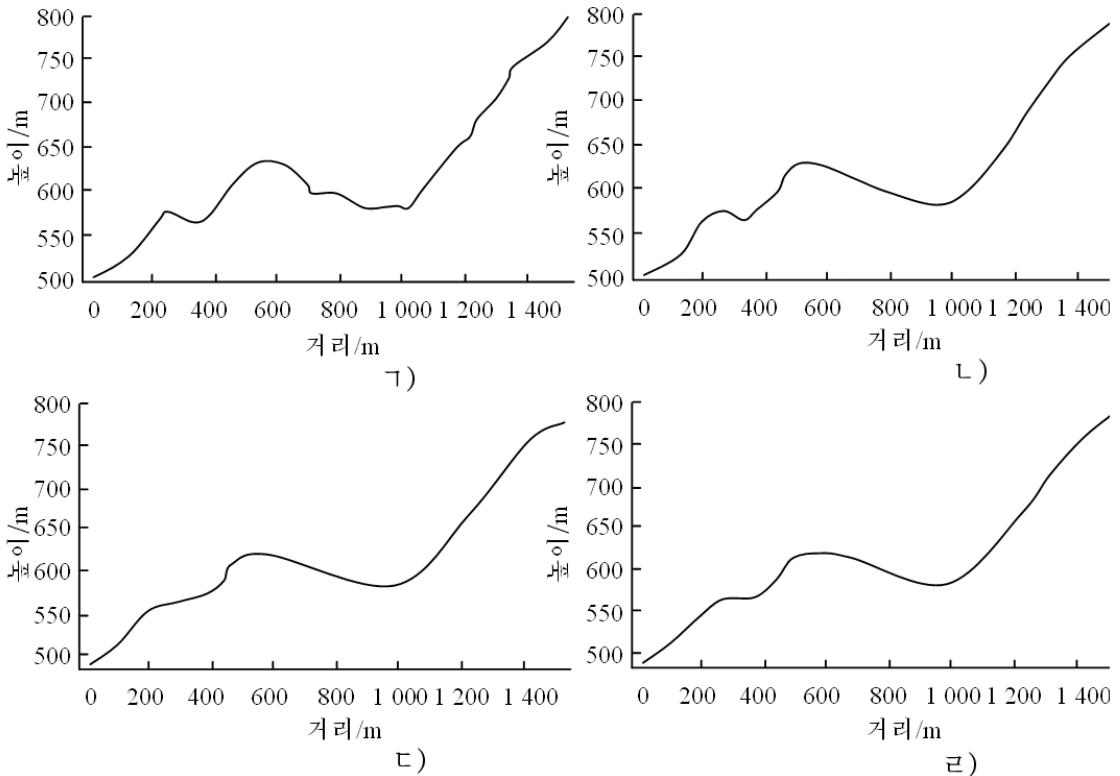


그림 5. 각이한 거리에서 계산된 지형높이자료들에 대한 지형단면도들

㉠)~㉤)는 d 가 각각 3, 5, 7, 9인 경우)

그림 5에서 보는바와같이 d 의 값이 커질수록 즉 린접자료점들까지의 거리가 커질수록 지형단면선이 전체적으로, 세부적으로 평활화된다는것을 시각적으로 알수 있다.

그리고 표 2에서 보는바와같이 d 의 값이 커지는데 따라 단면선을 이루는 평균높이값과 표준편차, 높이차구간이 작아진다는것을 알수 있다.

이상의 결과들을 종합하면 사지역에서 $d=5$ 일 때의 영향거리설정이 잡음제거에 제일 적합하다는 결론을 얻을수 있다.

맺 는 말

론문에서 제기한 방법은 우리 나라 1:5만수치지형높이자료기지구축을 위한 자료처리에 리용되었으며 그밖에 수치지형높이자료의 여러 응용에 리용될수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 62, 7, 137, 주체105(2016).
- [2] 강영호; 지리정보체계, 김일성종합대학출판사, 172~183, 주체99(2010).
- [3] Chuanfa Chen; Computers & Geosciences, Elsevier, 48, 9, 2012.
- [4] Michael Hofer; IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, IEEE, 44, 2983, 2006.
- [5] Natalie Robinson; ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Elsevier, 87, 99, 2014.

주체108(2019)년 1월 5일 원고접수

Elimination of Noise in Digital Terrain Height Data by Establishment of Rational Effect Distance

Kim Song Hun, Jon Hyok Chol

In this paper, using the rational effect distance establishment, we eliminated noise in digital terrain height data source and enhanced the quality of data.

Key words: digital terrain height data, effect distance, noise