

지형곡률에 기초한 사면의 굴곡점탐색

류동권, 김성철, 정룡관

우리 나라의 자연환경을 과학적으로 조사하는데서 지형에 대한 연구는 중요한 의의를 가진다. 지형에 대한 연구에서는 상대적위치가 중요한 문제로 나서는데 그것이 경관에서 물질과 에네르기의 분포에 큰 영향을 주는것으로 하여 경관의 생태골격연구에 리용된다.

일반적으로 사면은 경사도에 따라 분류하기도 하고 또는 사면경사도의 변화에 기초하여 직선사면, 오목사면, 볼록사면 등으로 분류할수도 있다.(그림) 평면상에서는 호모양, 구모양으로 분류한다.

사면의 경계를 특징짓는 선들에는 분수령선, 강골선과 함께 사면의 굴곡선들도 포함된다. 여기서 굴곡선은 각이한 경사도를 가진 두 사면구역의 경계이다.[1, 2]

지난 시기에는 사면의 굴곡선을 자동적으로 추출하기 위한 연구가 진행되지 못하였다.

론문에서는 지형곡률에 기초하여 사면의 굴곡선을 자동적으로 추출하기 위한 문제에 대하여 서술하였다.

일반적으로 지형면은 높이와 경사도, 방위 등을 리용하여 묘사할수 있다. 그런데 이러한 지표들은 지형면의 기본특징은 반영하지만 지표물질의 이동과 곡면형태를 정확히 반영하기에는 불충분하다.

지표면의 절대높이를 함수 $f(x, y)$ 의 형태로 표시할수 있는데 이것은 연속함수로서 지표면의 높이마당을 특징짓는다.

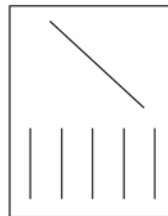
함수 $f(x, y)$ 의 1계도함수의 절대값($|f'(x, y)|$)은 지표면의 경사도를 반영하는데 지표면에서 물질과 에네르기의 이동방향을 특징짓는다.

함수 $f(x, y)$ 의 2계도함수의 절대값($|f''(x, y)|$)은 지표면의 볼록과 오목상태를 특징짓는데 이 파라메터를 가지고 지형면의 굴곡선들을 탐색하기는 불충분하기때문에 지형곡률을 리용한다.

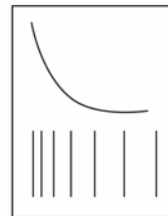
지형곡률은 곡면의 각이한 자름면 방향에서 지형의 볼록 또는 오목형태를 반영한다.

$$C_t = -\frac{q^2r - 2pqs + p^2t}{(p^2 + q^2)\sqrt{1 + p^2 + q^2}}, \quad C_p = -\frac{p^2r + 2pqs + q^2t}{(p^2 + q^2)\sqrt{1 + p^2 + q^2}} \quad (1)$$

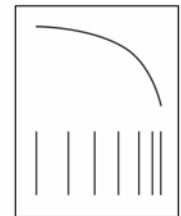
여기서 C_t 는 평면곡률, C_p 는 자름면곡률, $p = \frac{\partial f}{\partial x}$, $q = \frac{\partial f}{\partial y}$, $r = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$, $s = \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$, $t = \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$ 이다.



직선사면



오목사면



볼록사면

그림. 자름면과 평면상에서 사면의 일반적인 형태

지형곡률은 지형곡면에 대한 1계 및 2계 편도함수들에 의해 계산되는데 이것은 DEM에 기초한 국부령역에서의 미분연산 또는 국부곡면보간을 통하여 실현된다.

국부령역에서 4차곡면보간함수에 대한 도함수계산을 통하여 지형면의 곡률을 평가할 수 있다. 이때 4차곡면보간함수를 선택한것은 이 함수가 지형곡면을 보간하는데서 다른 보간함수들에 비해 정확성이 비교적 높기때문이다.

$$f(x, y) = ax^2y^2 + bx^2y + cxy^2 + dx^2 + ey^2 + fxy + gx + hy + j \quad (2)$$

DEM의 3×3 국부령역에서는 이미 알고있는 9개의 높이점들을 리용하여 곡면을 보간한다. 이때 3×3 국부령역안의 중심점을 자리표원점으로 하며 중심점주변에 있는 8개 점들의 자리표와 망목의 번호는 왼쪽 아래에 있는 점을 1로 하고 오른쪽 위에 있는 점을 9로 한다.

3×3 국부령역에 있는 9개의 높이점($x_i, y_i, H_i; i=\overline{1, 9}$)들을 리용하여 4차곡면보간함수에 있는 9개의 결수들을 최소2제곱법으로 결정한다. 식 (2)의 결수들은 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} a &= [(H_1 + H_3 + H_7 + H_9) - 2(H_2 + H_4 + H_6 + H_8) + H_5] / (4G^4) \\ b &= [(H_7 + H_9 - H_1 - H_3) - 2(H_8 - H_2)] / (4G^3) \\ c &= [(H_3 + H_9 - H_1 - H_7) + 2(H_4 - H_6)] / (4G^3) \\ d &= [(H_4 + H_6) - 2H_5] / (2G^2) \\ e &= [(H_2 + H_8) - 2H_5] / (2G^2) \\ f &= (-H_7 + H_9 + H_1 - H_3) / (4G^2) \\ g &= (H_6 - H_4) / (2G) \\ h &= (H_8 - H_2) / (2G) \\ j &= H_5 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

여기서 G 는 DEM의 분해능이다.

다음 도함수들을 결정한데 기초하여 중심점에 대하여 각종 곡률을 계산한다.

3×3 국부령역의 중심점에서 1계 및 2계 편도함수들은 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} f_x &= (H_6 - H_4) / (2G) \\ f_y &= (H_8 - H_2) / (2G) \\ f_{xx} &= (H_6 + H_4 - 2H_5) / G^2 \\ f_{yy} &= (H_2 + H_8 - 2H_5) / G^2 \\ f_{xy} &= f_{yx} = (H_9 + H_1 - H_7 - H_3) / (4G^2) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

자름면곡률과 평면곡률은 서로 수직인 방향에서의 지형곡률로서 사면의 오목볼록성, 사면위치, 사면모양과 같은 사면의 기하학적모양을 나타낸다.

지형곡률은 사면의 굴곡점들을 명백히 특징짓는데 자름면곡률과 평면곡률이 반영하는 사면의 굴곡점들은 서로 차이난다.

평면곡률값이 0보다 작으면 강굴선에 놓인 점을 특징짓고 평면곡률값이 0보다 크면 분수령선에 놓인 점을 특징짓는다.

또한 평면곡률값이 정의 값이면서 0에 다가갈수록 경사가 급한 분수령선을 특징짓고

부의 값이면서 0에 다가갈수록 경사가 급한 강골선을 특징짓는다.

또한 자름면곡률값이 0보다 작으면 분수령으로부터 사면으로 이행하는 볼록굴곡점을 특징짓고 자름면곡률값이 0보다 크면 오목굴곡점 즉 사면으로부터 평지로 이행하는 산기슭선에 놓이는 점을 특징짓는다. 여기서도 정의 값이면서 0에 다가갈수록 경사면을 따라 아래로 내려가면서 경사가 보다 완만한 오목굴곡점을, 부의 값이면서 0에 다가갈수록 경사가 보다 급한 볼록굴곡점을 특징짓는다.

이와 같이 지형곡률에 기초하여 사면의 굴곡점들을 탐색할수 있다. 그리고 자름면곡률에서 3.5이상의 값들은 경사도가 65°이상의 급한 절벽들이 분지나 평지에도 넘어가는 구역들에서 나타난다.

평면곡률에서 3.5이상인 값들은 분수령선의 세로자름면상에서 경사가 60°이상인 매우 급한 사면들에서 나타난다.

맺 는 말

자름면곡률과 평면곡률값이 큰 구역은 다같이 지형의 개석이 심하고 경사도의 변화가 가장 급한 구역이라는것을 알수 있다. 이것은 침식작용들에 의하여 사면의 경사도변화가 매우 급격해진것과 관련되어있다.

참 고 문 헌

- [1] A. Н. Ласточкин; Морфодинамический анализ, Недра, 5~25, 2011.
- [2] 周启鸣; 数字地形分析, 北京科学出版社, 13~27, 2008.

주체105(2016)년 12월 5일 원고접수

The Curve Point Search in a Slope based on Curvature of Topography

Ryu Tong Gwon, Kim Song Chol and Jong Ryong Gwan

We discussed about automatic abstracting of curve line in a slope based on curvature of topography. The area which has a large value of curvature in the section and the plane is the one that have a large variety of dissection and grad of slope.

Key words: topography, curvature, automatic search