

最急上昇モデルによる日本・韓国全域尾根つき3次元地形図の作成 Whole Japan and South Korea Area Ridge Lined 3D Landform Maps Using a Steepest Ascent Method

高加 晋司[†] 穴田 浩一[‡] 杉田 公生[§] 土田 賢省[¶] 野牧 賢志[†] 夜久 竹夫[†]
Shinji Koka Koichi Anada Kimio Sugita Kensei Tsuchida Kenshi Nomaki Takeo Yaku

1. はじめに

3次元地形図に尾根、谷、扇状地、クレーターなどのような地理的特徴を併せて表示することは重要な課題である(例えば, [1, 2])。この論文では、尾根を抽出して3次元地形図に重ねて表示する問題を扱う。

メッシュ型の標高データから地形の特徴抽出を行う研究として、Yokoyama et al.[3]と浅沼等[4]が知られている。

しかし、これらの研究では、広大な領域において尾根を抽出する際には、一部でノイズが見られるなど、不十分な点があった。そこで、本論文では、3節で、これらを改良した「最急上昇モデル」[5, 6]という尾根抽出モデルを解説する。この方法は、最急上昇線という隣接する8個のセルから一番傾斜角度の大きなセルを選択し、線を引く方法である。さらに、4節でこの方法が広大な範囲で3次元地形図の尾根を適確に抽出できることを、ラスタ型の日本・韓国全域尾根つき3次元地形図を作成することにより示す。最後に、5節で結論を述べる。

2. 準備

2.1 数値地図

本研究では、NASAのSRTM-3(3秒メッシュ)DEMデータを基本データとする。このDEMデータは、標高の各区分の一辺の長さが実距離で約90mとなっていて、日本全土と韓国全土を対象にしたデータは、合計140のZIPファイルに収められている。

2.2 関連研究

画像の中の尾根と谷の抽出として、Lopez et al.[1]とOhtake et al.[2]が知られている。Lopez et al.[1]は、尾根や谷の原理を説明し、他の方法を提案している。Ohtake et al.[2]は、周密な三角メッシュで近似された図形の1階と2階の曲率微分により定義される尾根・谷線を用いて、視点やスケールに独立な簡易かつ効果的な方法を発表している。

Yokoyama et al.[3]は、尾根や川の流域などの地理的概念を抽出し、CAIシステムへの応用を行った。

浅沼等[4]は、Yokoyama et al.[3]の方法を用いて、日本全土の地図から尾根を抽出した。

本論文は、これらを改良した「最急上昇モデル」を用いて、日本全土と韓国全土の尾根抽出を試みる。

3. 最急上昇モデル

この節では、Yokoyama et al.[3]と浅沼等[4]を改良した新しい尾根抽出モデル[5, 6]を解説する。我々はこれを「最急上昇モデル」と呼び、隣接する8個のセルから一番傾斜角度の大きなセルを選択し、線を引く方法を用いる。

図1では、1個のセルから最急上昇線を求めながら、セルを移動していく様子を示す。セル内の数字は、そのセルの標高値を示す。

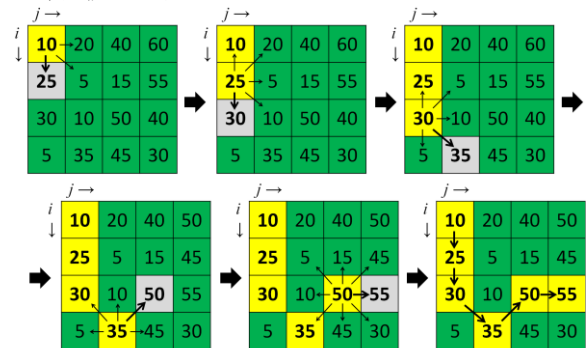


図1 1個のセルから移動の様子。

入力には、DEMデータと閾値 g_0 とする。全てのセルで最急上昇線を求め、最急上昇線が通過したセル毎に変数 $count(i, j)$ をインクリメントする。 $count(i, j) > g_0$ のとき、 (i, j) を尾根とする。

「最急上昇モデル」は、ノイズが少なく綺麗かつはっきりと尾根を抽出することができ、線が途切れることが少ない。さらに、尾根を抽出する最適な閾値を決定することができるため、閾値を全領域に共通に用いて広範な尾根抽出地形図を作成することができる。

4. 大域的な地図への適用例

4.1 地形図作成プロセス

この節では、日本・韓国全域に対するNASAのSRTM-3DEMデータに3節の方法を適用する。

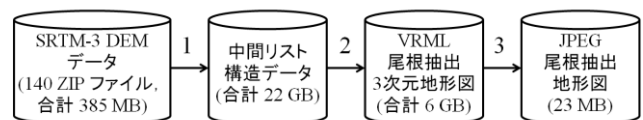


図2 DEMデータから尾根抽出地形図を作成するプロセス。(cf. [4])

1. DEMデータから中間リスト構造に自動的に変換。
2. 中間リスト構造から尾根抽出3次元地形図(VRML)に自動的に変換。
3. 尾根抽出3次元地形図(VRML)から尾根抽出地形図(JPEG)に手で組み立てる。

[†] 日本大学 Nihon University

[‡] 早稲田大学 Waseda University

[§] 東海大学 Tokai University

[¶] 東洋大学 Toyo University

4.2 適用例

図3は、図2の作成プロセスを用いて、日本・韓国全域の尾根を抽出して表示したものである。

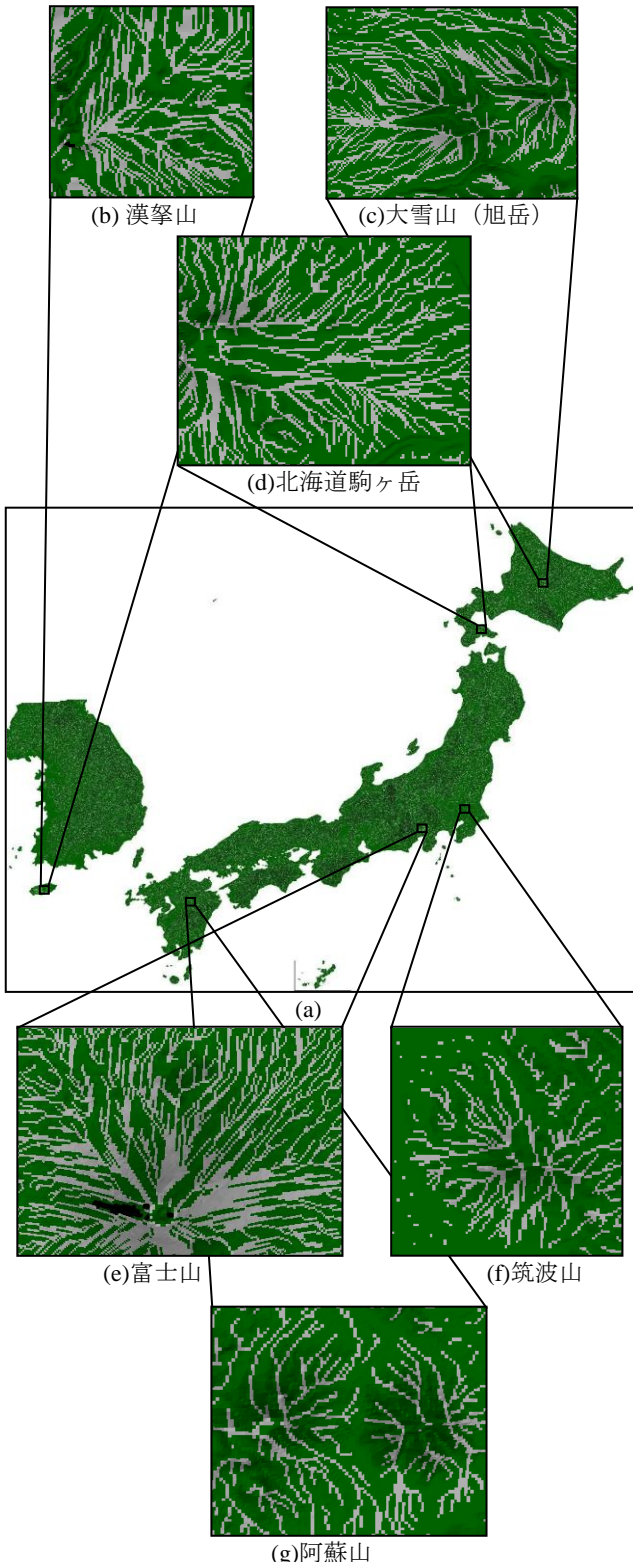


図3 日本・韓国全域尾根つき地形図。
(全ての地形図はNASAのSRTM-3 DEMデータを使用している。)

図3(a)は、日本・韓国全域尾根つき地形図である。この日本全域尾根つき地形図は、約 4.5×10^7 セル (93 ZIP ファイル) で、韓国全域尾根つき地形図は、約 3.3×10^7 セル (47 ZIP ファイル) である。(b)~(g)は、特定の範囲に対して拡大表示したもので、(b)は韓国の済州島にある漢拏山 (ハルラサン)、(c)は大雪山 (旭岳)、(d)は北海道駒ヶ岳、(e)は富士山、(f)は筑波山、(g)は阿蘇山である。これらの図からわかるように、我々が用いた「最急上昇モデル」では、同じ閾値を用いて抽出を行った結果、山の形状や高さ、大きさによらず、鮮明な尾根線が得られることを確認できた。

5. おわりに

本研究では、我々が「最急上昇モデル」と呼ぶ尾根抽出モデルを解説し、この抽出モデルを適用した日本・韓国全域尾根つき3次元地形図を作成した。

これまでの研究の多くは、局所的な範囲に対しては適切な尾根抽出が可能であるが、広大な範囲に対しては一部不適切な尾根抽出がある。しかし、ここで今回解説した「最急上昇モデル」を用いると、広大な範囲に対して尾根抽出が鮮明に行われることが確認できた。

今後は、「最急上昇モデル」を、多重解像度を持つ地形図に適用できるように拡張することを考える。また、扇状地やクレーターなど、尾根線以外のものを抽出できるようなモデルを構築する。さらに、抽出した結果を利用して、例えば、川の流域を特定するなど、さらに詳しい地理的特徴を考察する。

謝辞

本稿の内容について貴重なコメントを頂いた日本大学の遠藤邦彦教授、中山裕則教授、安井真也准教授、横山隆介氏、浅沼稔美氏、牧山華実氏、神藤悠希氏、神戸大学の赤木剛朗准教授に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] A. M. Lopez, F. Lumbreras, J. Serrat, and J. J. Villanueva, Evaluation of methods for ridge and valley detection, *IEEE Trans. PAMI*, 21, pp. 327-335 (1999).
- [2] Y. Ohtake, A. Belyaev, and H. Seidel, Ridge-valley lines on meshes via implicit surface fitting, *Proc. ACM Siggraph 2004, ACM Trans. Graph.*, 23, 3, pp. 609-612 (2004).
- [3] R. Yokoyama, A. Kureha, T. Motohashi, H. Ogasawara, T. Yaku, and D. Yoshino, "Geographical Concept Recognition With the Octgrid Method for Learning Geography and Geology", *Proc. IEEE ICALT 2007*, pp. 470-471 (2007).
- [4] 浅沼稔美, 杉田公生, 土田賢省, 富田啓介, 野牧賢志, 牧山華実, 夜久竹夫, 安井真也, "最急降下モデルによる日本全域尾根線つき3次元地形図の作成", 第71回情報処理学会全国大会講演論文集, 1号, pp. 241-242 (2009).
- [5] S. Koka, K. Nomaki, K. Sugita, K. Tsuchida, and T. Yaku, "Ridge Detection with a Drop of Water Principle", *SA'10 (ACM SIGGRAPH ASIA 2010 Posters)*, DOI=10.1145/1900354.1900392 <http://doi.acm.org/10.1145/1900354.1900392> (2010).
- [6] S. Koka, K. Anada, K. Nomaki, K. Sugita, K. Tsuchida, and T. Yaku, "Ridge Detection with the Steepest Ascent Method", *ICCS 2011, Procedia Computer Science*, Vol.4, pp. 216-221 (2011).