

# 矩形型地形図の三角化手法

夜久竹夫<sup>†</sup> 横田 健<sup>†</sup> 荒野 純<sup>†</sup> 宮寺庸造<sup>‡</sup>  
 能登 瞳<sup>†</sup> 鈴木智紗子<sup>†</sup> 湯浅日夏子<sup>†</sup>  
 日本大学<sup>†</sup> 東京学芸大学<sup>‡</sup>

**要約** 本論文は矩形分割により表現された地形図の三角化問題を扱う。本論文は8次格子モデルに基づいた、矩形分割で表現された地形図を三角化するシステムのご概念を示す。さらに、そのシステムにより得られる中間座標を伴う三角化地形図と尾根線を付加した地形図の画像のイメージを示す。

## 1. はじめに

尾根などの特徴情報を伴う地形図を有効に表示する問題は重要である。本研究では、特徴情報を伴う地形図を広領域・高精度・高速に表示する問題を扱う。

衛星由来のDEM、航空機由来のDEMやデジタルカメラなどで作られる人工的なCGデータの多くはラスターデータとして作られるため、ラスターデータとその表現である矩形分割はCGのために広く使われている。しかしながら、矩形分割は必ずしも尾根線抽出や流域抽出(例えば[4]参照)などに適しているとは言えない。それらの特徴抽出問題には三角形分割が適している場合がある。そこで、本論文では、矩形分割の三角化(例えば[3]参照)を扱う。

一方、ラスターデータを高速に処理するための方法の一つとして我々は8次格子と呼ばれる不均一型矩形分割のためのデータ構造を提案してきた[8]。8次格子はいくつかの問題では、矩形双対グラフ[2]や4分木[1]より優れていることが示された[5, 8]。そこで、我々は8次格子で表される不均一型矩形分割のための三角化地形図のデータ構造を提案した[6]。しかしながら、[6]では三角化する際に加わる新たな頂点の座標は考慮されていない。

本論文では、その新たな頂点の標高値を算出する方法を解説する[7]。さらに、それにより得られる三角化地形図の処理システムの構想と、その処理システムにより得られる尾根線抽出地形図のイメージを示す。

本論文で提案される手法は、標高値を色などの値に置き換えることにより一般の画像処理にも適用可能である。

## 2. 準備

ここでは、矩形分割とその三角化について解説する。以下の図で矩形分割と対応する三角化表現の例を示す。



図 2.1 矩形分割 (左)、双対グラフの頂点 (中央)、対応する三角形分割 (右) [6, 7].

矩形分割を三角化する時には、対応する双対グラフに新たな頂点が増えられる。その新たな頂点に標高値を割り当てる方法を紹介する[6, 7].

以下の図は[6, 7]で提案された、元からある周囲の頂点(丸印で表記)の平均値を新たな頂点(菱形印で表記)に割り当てる方法を示す[6, 7].

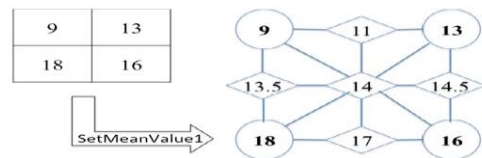


図 2.2 局所的標高付き矩形分割 (左) とその標高付加三角化表現 (右) [6, 7]

以下の図で上の図で示された方法による広域的な三角化の例を図示する。

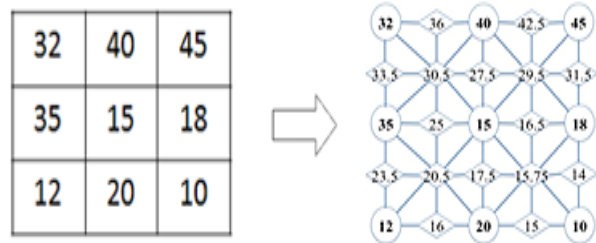


図 2.3 DEM データによる矩形分割 (左)、標高値を伴う三角化表現 (右) [6, 7]

なお、その他の標高値割り当ての方法も検討されている[9].

A Triangulation Method of Rectangle Based Terrain Maps

<sup>†</sup>Takeo Yaku · Nihon University,

<sup>†</sup>Ken Yokota · Nihon University,

<sup>†</sup>Takeo Yaku Jun Arano · Nihon University,

<sup>‡</sup>Youzou Miyadera · Tokyo Gakugei University,

<sup>†</sup>Hitomi Noto · Nihon University,

<sup>†</sup>Chisako Suzuki · Nihon University,

<sup>†</sup>Hinako Yuasa (Nihon University)

### 3. 特徴抽出

[4]で、矩形分割で表現された地形図の上で、雨滴原理に基づく尾根線抽出法が導入されている。雨滴原理をグラフの辺に対して[4]と同様に適用することにより、三角化地形図の上で同様の尾根線抽出法が得られる。

一方、[9]ではいくつかの三角化法と離散ラプラス変換とその変形を含むいくつかの尾根線抽出法が提案され比較されている。我々は問題に合わせて三角化法と最適な尾根線抽出法を用いる。

### 4. システム構造

ここでは下の図で我々の三角化手法に基づく DEM データ処理システム全体の構想を示す[7]。そのシステムは、DEM データから三角化地形図を生成して、尾根線抽出、流域抽出などの特徴抽出の処理を行う。

このシステムで三角化地形図は H12 コードと呼ばれるリスト構造で表現される[6, 7]。以下の図で不均一型矩形分割（左）、それに対応する三角形分割（中央）と対応する H12 コードリスト（右）を紹介する。ただし右の H12 コードリストの図では、簡単のために 8 次格子の頂点間の辺は省略されている。

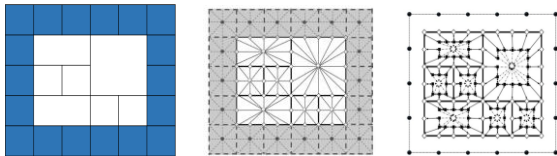


図 4.1 不均一型矩形分割（左）、それに対応する三角形分割（中央）と対応する H12 コードリスト（右）[6, 7]

以下の図で、我々の三角化手法に基づく DEM データ処理システム全体の構想を示す[7]。この構造の内、「三角化」プログラムの一部が実装済みであり、「特徴抽出」プログラムと表示プログラムが開発中である。

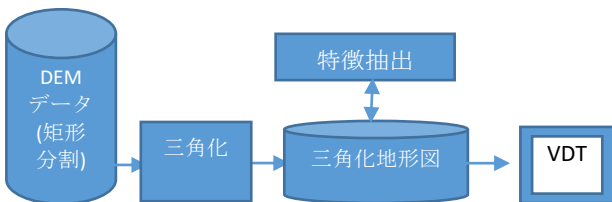


図 4.2 処理システム全体の構造

### 5. 応用

上のシステムにより生成される 3D 地形図のイメージを以下で示す。以下の図の左の画像は、DEM データを元に作られた三角化地形図の 3D 表示の例を示し、右の画像は左の画像に尾根線を付加した三角化地形図の概念図を示す。

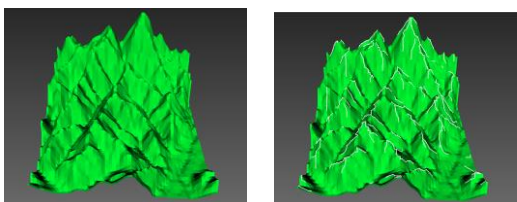


図 5.1 3D 地形図（左）とそれに対する尾根線（白線）付き地形図の概念図（右）

### 6. おわりに

我々は標高値割り当てを伴う、矩形分割により表現された地形図の三角化法と処理システムの構造を示した。将来は、一部実装済みのその処理システム全体の実装を行う。

この手法は、不均一型矩形分割で表される多重解像度地形図の三角化手法に応用可能である。そこで、将来はこの手法を発展させて多重解像度地形図に対する処理系を研究する。

著者らは早稲田大学の穴田浩一先生に感謝いたします。

### 参考文献

- [1] R. A. Finkel and J.L. Bentley, Quad Trees, A Data Structure for Retrieval on Composite Keys, *Acta Informatica* 4, No.1, pp.1-9, 1974.
- [2] Krzysztof Kozminsky and Edwin Kinnen, Rectangular Duals of Planar Graphs, *Networks* 16, 145- 157. 1985
- [3] Renato Pajarola. Overview of Quadtree-based Terrain Triangulation and Visualization. *UCI-ICS Technical Report No. 02-01*. Department of Information & Computer Science University of California, Irvine, January 2002
- [4] R. Yokoyama, A. Kureha, T. Motohashi, H. Ogasawara, T. Yaku, D. Yoshino, Geographical Concept Recognition With the Octgrid Method for Learning Geography and Geology. *Proc. IEEE ICALT 2007*: 470-471, 2007.
- [5] G. Akagi, K. Anada, S. Koka, Y. Nakayama, K. Nomaki, T. Yaku, A Resolution Reduction Method for Multi-resolution Terrain Maps, *SIGGRAPH Posters 2012* : 86, 2012.
- [6] 菊池泰蓉, 穴田浩一, 高加晋司, 宮寺庸造, 夜久竹夫, 多重解像度地形図のための三角形分割のデータ構造, 第 76 回 (平成 26 年) 情報処理学会全国大会講演論文集(1), 271 - 272, 2014.
- [7] T. Kikuchi, K. Anada, S. Koka, Y. Miyadera, and T. Yaku, A Data Structure for Triangular Dissections of Multi-Resolution Images, *Proc. 15th IEEE/ACIS SNPD*, 367-373, 2014.
- [8] T. Yaku, K. Anada, K. Anzai, S. Koka, Y. Miyadera and K. Tsuchida, 8k-ary Grid Graph Models of Tabular Forms, *LNCS 8373 (Specification, Algebra and Software 2014)*, 465-477, 2014.
- [9] K. Anada, T. Kikuchi, S. Koka, Y. Miyadera and T. Yaku, A Method of Ridge Detection in Triangular Dissections Generated by Homogeneous Rectangular Dissections, *Studies in Computational Intelligence 612 (Proc. 16th IEEE/ACIS SNPD)*, 131-142, Springer. 2016.