

# 不均一型矩形分割で表現される画像内の図形の移動に伴う矩形数変化

久保田 彬仁<sup>†</sup> 穴田 浩一<sup>‡</sup> 高加 晋司<sup>†</sup> 神藤 悠希<sup>†</sup> 夜久 竹夫<sup>†</sup>

日本大学<sup>†</sup> 早稲田大学高等学院<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

不均一な矩形分割で表現される 2 次元ラスター画像を考える。矩形数は解像度と関連していて、矩形数が少なければ描画時間が短いため、同じ精度の画像であれば矩形数が少ない方が良いと考えられる。

本研究では白黒画像を対象とした、表示に適したデータ構造を扱う。

先行研究として、矩形分割表現のためのいくつかのデータ構造が知られており、Finkel & Bentley は不均一な矩形分割を表現可能なデータ構造として木構造の一種である 4 分木を導入し[1]、Kozminski & Kinnen は矩形双対グラフの性質を導入した[2]。また、夜久は、不均一な矩形分割のためのデータ構造として 8 次格子グラフの一種である octgrid を導入した[3]。octgrid[3]はいくつかの変形に関して矩形双対グラフより計算時間が速い。従って不均一な矩形分割を octgrid により表現することは、効率の良い矩形数減少法を実現するだけでなく、変形操作による矩形数の増加を抑えることが期待できる。

本論文の構成は次の通りである。2 節では、はじめに octgrid を解説し、次に 4 分木と関連するヒルベルト走査法を解説する。さらに octgrid に基づく解像度低減化アルゴリズム[7]を解説する。3 節では、その解像度低減化アルゴリズムを伴う移動アルゴリズムを提案する。さらに 4 節では、例を用いて、ヒルベルト走査法のみを伴う移動を行った場合と、octgrid 上の解像度低減化アルゴリズム[7]を伴う移動を行った場合の矩形数の変化の比較を行う。

## 2. 準備

### 2.1 octgrid[3]

octgrid [3]は 8 次格子グラフの一種で、不均一な矩形分割のためのデータ構造の 1 つである。octgrid の上のいくつかの変形アルゴリズムは、矩形双対グラフのようによく知られているデータ構造の上の対応するアルゴリズムより速いことが知られている。

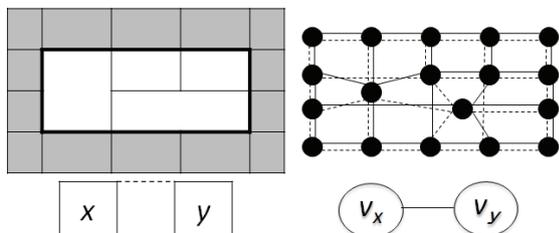


図1 不均一な矩形分割(左)と対応する octgrid(右)

A Change of the number of cells with a shift of 2D Images represented by heterogeneous rectangular dissections

<sup>†</sup>Akihito Kubota, <sup>‡</sup>Koichi Anada, <sup>†</sup>Shinji koka,

<sup>†</sup>Yuki shindo, <sup>†</sup>Takeo Yaku.

<sup>†</sup>Nihon University,

<sup>‡</sup>Waseda University Senior High School.

### 2.2 ヒルベルト走査法

Hilbert はフラクタル図形の一つで、空間を覆い尽くす空間充填曲線の一つである“ヒルベルト曲線”を導入した[4]。図 2 に示されるように、この曲線は 2 次元平面上のタイルを隙間なく通過する。

さらに、このヒルベルト曲線は 2 次元空間内のデータを走査するためによく用いられている[5]。その走査方法は、“ヒルベルト走査法”と呼ばれ、画像処理分野において画像圧縮などに広く適用されている。

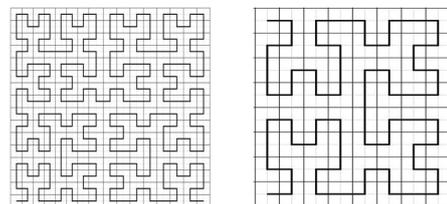


図2 ヒルベルト曲線の例

### 2.3 解像度低減化アルゴリズム[7]

3D 地形図の解像度低減化アルゴリズム[6]を応用した 2 次元画像の解像度低減化アルゴリズム[7]を解説する。

**Algorithm Reduction 1** (ヒルベルト走査法を用いた合併 → 垂直方向合併 → 水平方向合併)

入力  $G_D$ : 原画像の均一な矩形分割  $D$  に対応する octgrid ( $2^n \times 2^n$  サイズ) .

出力  $G_E$ : 解像度が低減化された不均一な矩形分割  $E$  に対応する octgrid.

方法

1. 初期化  $G_E \leftarrow G_D$ .
2.  $G_E$  においてヒルベルト曲線に沿って可能な限り “UnifyCell” によりセルを合併する。
3.  $G_E$  において垂直方向に沿って可能な限り “UnifyCell” によりセルを合併する。
4.  $G_E$  において水平方向に沿って可能な限り “UnifyCell” によりセルを合併する。

**Algorithm Reduction 2** (ヒルベルト走査法を用いた合併 → 水平方向合併 → 垂直方向合併)

入力  $G_D$ : 原画像の均一な矩形分割  $D$  に対応する octgrid ( $2^n \times 2^n$  サイズ) .

出力  $G_E$ : 解像度が低減化された不均一な矩形分割  $E$  に対応する octgrid.

方法

1. 初期化  $G_E \leftarrow G_D$ .
2.  $G_E$  においてヒルベルト曲線に沿って可能な限り “UnifyCell” によりセルを合併する。
3.  $G_E$  において水平方向に沿って可能な限り “UnifyCell” によりセルを合併する。
4.  $G_E$  において垂直方向に沿って可能な限り “UnifyCell” によりセルを合併する。

### 3. 移動アルゴリズム

前節の *Reduction1*[7]を伴う、図形を移動する新しいアルゴリズムを導入する。

#### Algorithm Translation1

入力  $G_D$ : 不均一型矩形分割  $D$  に対応する octgrid( $2^n \times 2^n$  サイズ).

$x$ : 水平方向に移動する距離.

$y$ : 垂直方向に移動する距離.

出力  $G_E$ : 図形が移動した不均一型矩形分割  $E$  に対応する octgrid.

#### 方法

Phase1 初期化  $G_E \leftarrow G_D$ .

Phase2  $G_E$  を均一な矩形に変換する.

Phase3  $G_E$  のオブジェクトを構成するセルを、水平方向に  $x$ , 垂直方向に  $y$  移動する.

Phase4 *Reduction1* を用いて  $G_E$  を不均一な矩形に変換する.

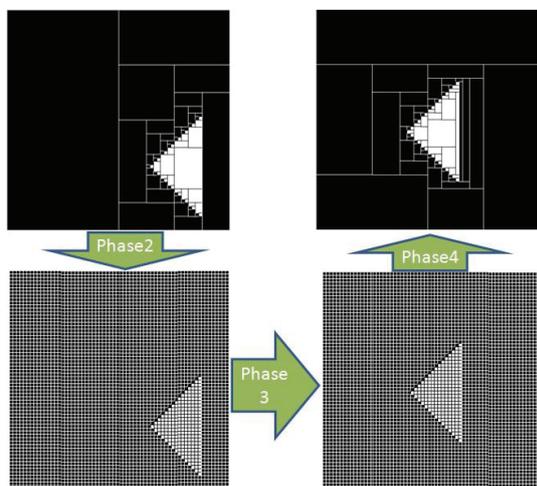


図3 Algorithm Translation1 の例

*Reduction2* を用いる *Translation2* を同様に定義する.

### 4. 比較

例を用いて、ヒルベルト走査法のみを伴う移動を行った場合(図4)と、*Reduction1,2*[7]による移動を行った場合(図5,6)の矩形数の変化を比較する(表1).

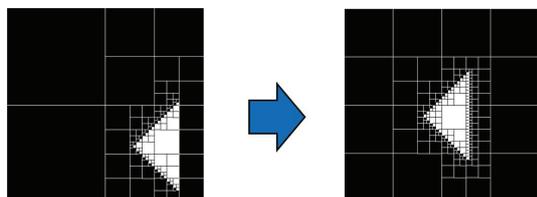


図4 ヒルベルト走査法のみを伴う移動の例

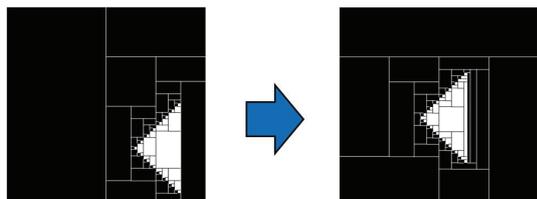


図5 Translation1 による移動の例

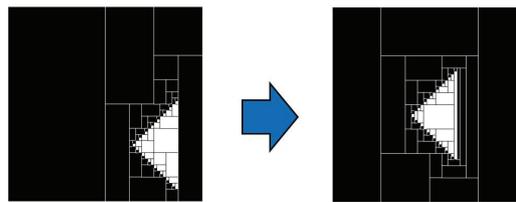


図6 Translation2 による移動の例

表1 矩形数の変化の比較

	移動前の矩形数	移動後の矩形数
ヒルベルト走査法を伴う移動(図4)	124	220
Translation1 による移動(図5)	74	81
Translation2 による移動(図6)	78	78

### 5. まとめ

octgrid に基づく解像度低減化アルゴリズム[7]を伴う移動アルゴリズムを導入し、 $64 \times 64$  の図形に対する動作例を示した。さらに、 $64 \times 64$  の図形を例として、ヒルベルト走査法のみを伴う移動を行った場合と、octgrid 上で *Translation1, 2* により移動を行った場合の矩形数の変化を比較した。結果として、我々の例ではヒルベルト走査法のみを伴う移動では矩形数が大きく増減する(124→220)が、*Translation1, 2* による移動では矩形数が大きくは増減しない(74→81, 78→78)。

今後の課題として、他の変形アルゴリズムを開発することなどがあげられる。

### 謝辞

本研究にあたり貴重な助言を頂いた東海大学の杉田公生先生、東洋大学の土田賢省先生、日本大学の野牧賢志氏に深く感謝いたします。

### 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 (1), pp. 1-9(1974).
- [2] K. Kozminsky and E. Kinnen, "Rectangular Duals of Planar Graphs", *Networks* 15, pp. 145-157 (1985).
- [3] T. Yaku, "Representation of Heterogeneous Tessellation Structures by Graphs", *Memoir of WAAP Meetings* 108, 6p, Dec., 2001, In [http://www.waap.gr.jp/waap-memoir/waap108/waap108\\_02-yaku/011201waap108table-rep-doc.pdf](http://www.waap.gr.jp/waap-memoir/waap108/waap108_02-yaku/011201waap108table-rep-doc.pdf)(2001).
- [4] D. Hilbert, "Über die stetige Abbildung einer Linie auf ein Flächenstück", *Math. Ann.* 38, pp. 459-460 (1891).
- [5] S. Kamata and Y. Hayashi, "Region-based scanning for image compression", *IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 895-898 (2000).
- [6] G. Akagi, K. Anada, S. Koka, Y. Nakayama, K. Nomaki, and T. Yaku, "A Resolution Reduction Method for Multi-resolution Terrain Maps", *SIGGRAPH 2012 Posters*, DOI=10.1145/2342896.2342998, (2012).
- [7] 神藤 悠希, 穴田 浩一, 夜久 竹夫, "8次格子部グラフによる2次元画像の解像度低減化", *情報処理学会研究報告 IPSJ SIG. Technical Report*, Vol.2012-MPS-91, No.29(2012).