

# フラクタル理論を用いた画像の変化抽出における 抽出範囲のずれに関する検討

日大生産工(院)  
日大生産工  
日大生産工  
日大生産工

○増田 文洋  
黒岩 孝  
大内 宏友  
松原 三人

## 1. はじめに

最近、ナビゲーションシステムなどで必要とされる地図情報の自動更新や、災害等における被害状況の迅速な把握などに有用な、計算機支援による都市環境情報システムの構築が、重要な課題となっている。

しかしながら、上記のシステムを構築するには、都市空間の構造を解析する手法の開発が重要である。例えば、都市の形態をいくつかのパターンに分類する手法や、都市の構造を心理量により評価する手法などが報告されているが、計算機支援のシステムを構築する場合は、都市空間の構造を定量的に解析する必要がある。

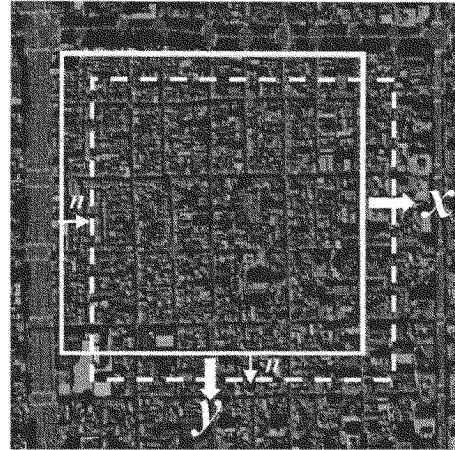
筆者らは、都市空間の構造を定量的に解析できる新しい方法を既に提案している。即ち、撮影年次の異なる同一地域の航空写真をフラクタル解析することで、市街地における微小な構造の変化の検出や、変化領域の特定が可能であることを既に報告<sup>[1]~[3]</sup>している。しかしながら、本研究の場合、用いたグレースケール画像の抽出範囲が基準画像と比べて、ずれていると、変化領域を正確に求めることが困難となる。

本報告では、画像の抽出範囲のずれ量と画像特徴距離との関係について、フラクタル理論を用いて検討を行う。

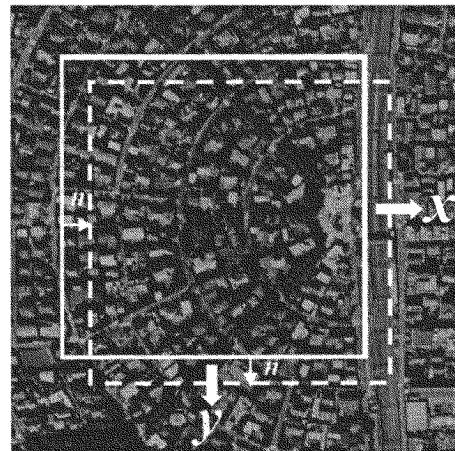
## 2. 解析法

図1は、検討に用いた航空写真を示す<sup>[4]</sup>。ここでは、先ず、図中の大きさ $512 \times 512$  [pixel]の領域と、その領域を $x$ または $y$ 方向に $n$  ( $0 \leq n \leq 128$ ) [pixel]だけずらした領域から、それぞれグレースケール画像を抽出する。

次に二つのグレースケール画像の画像特徴



(a) 中京区二条城町付近



(b) 大田区田園調布

図1 航空写真

距離 $d$ <sup>[5],[6]</sup>を求め、抽出範囲の位置ずれ量 $n$ との関係について検討を行う。

以下、グレースケール画像からフラクタルシーケンスを求める方法について説明する。先ず、グレースケール画像の任意の小領域 $r \times r$  [pixel]を考え、その四隅における光強度 $\{f(x_i, y_j), f(x_i+r, y_j), f(x_i, y_j+r), f(x_i+r, y_j+r)\}$  ( $i, j=0, 1, 2, \dots, N-1$ )の最小値を $f_0$ とする。四隅

Study on the Positional Shift in the Image Extraction Region  
by using Fractal Theory

Fumihiro MASUDA, Takashi KUROIWA, Hiroto OHUCHI  
and Mitsuhiro MATSUBARA

の輝度値から  $f_0$  を差し引き、それぞれを頂点とする立方体の仮想的な体積を  $V_r(x_i, y_j)$  とすると、仮想体積の平均値  $V(r)$  は次式で表される。

$$V(r) = \frac{1}{N^2} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N V_r(x_i, y_j) \dots\dots\dots (1)$$

ここで、小領域  $\{r_0, r_1, \dots, r_{M-1}\}$  の体積の平均値  $\{V(r_0), V(r_1), \dots, V(r_{M-1})\}$  を求めると、そのフラクタルシーケンスは  $\{\log V(r_0), \log V(r_1), \dots, \log V(r_{M-1})\}$  で与えられる。

次に、解像度の等しい二つの画像のフラクタルシーケンスをそれぞれ  $S = \{s_0, s_1, \dots, s_{M-1}\}, T = \{t_0, t_1, \dots, t_{M-1}\}$  とすると、それぞれの画像の類似性は、次式の画像特徴距離  $d$  で表せる。

$$d = \sqrt{(\bar{s} - \bar{t})^2 + \sum_{k=0}^{M-1} \left\{ (s_k - \bar{s}) - (t_k - \bar{t}) \right\}^2} \dots (2)$$

ここで、 $\bar{s}, \bar{t}$  はそれぞれフラクタルシーケンス  $S, T$  の平均値を表す。画像特徴距離  $d$  は二つの画像の類似度を表し、同一の画像であれば  $d=0$  となる。一方、二つの画像が異なる場合  $d \neq 0$  となる。

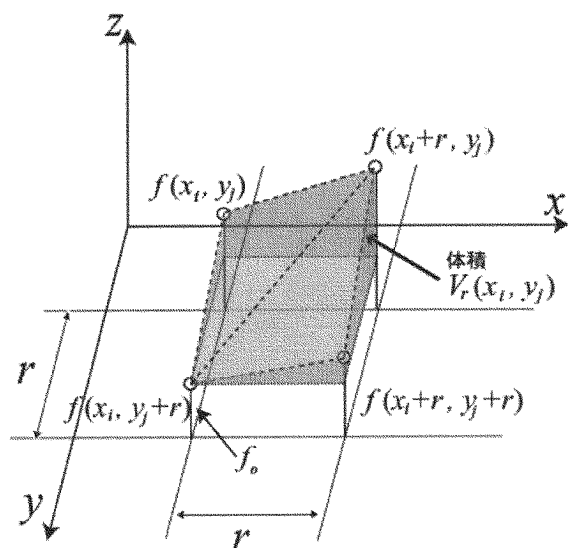
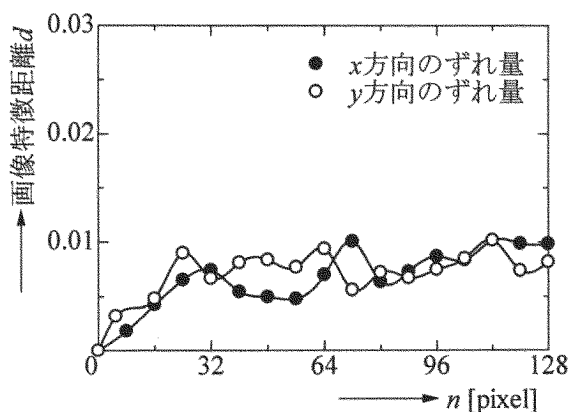


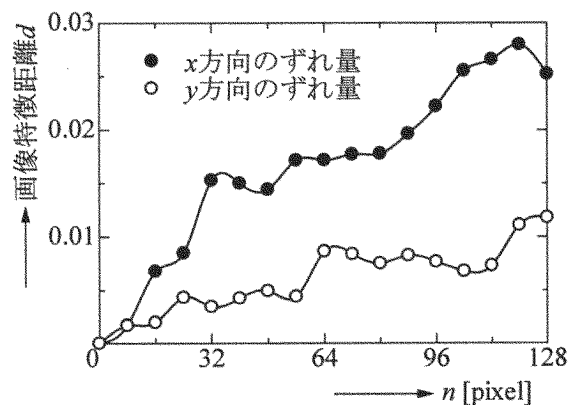
図2 立方体の仮想的な体積

### 3. 結果

図3に、画像特徴距離  $d$  と  $n$  の関係を示す。同図(a)の場合、 $x$  方向または  $y$  方向への  $n$  に対する顕著な変化は見られない。一方、同図(b)の場合には、 $x$  方向への  $n$  に対する、画像特徴距離  $d$  の変化が大きい。この理由として、 $y$  方向については、建物がほぼ同心円状に広がっているのに対して、 $x$  方向については、比較的幅の広い道路が隣接して存在するので、抽出した画像が、異なったものとみなされ、 $d$  の変化が大きいと思われる。しかしながら、 $n$  が数ピクセルであれば、 $d$  の変化は極めて小さいことがわかる。



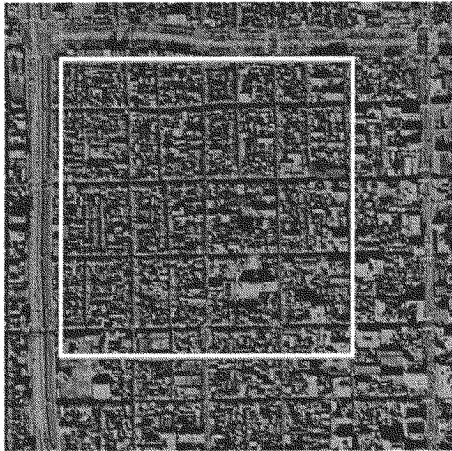
(a) 中京区二条城町付近



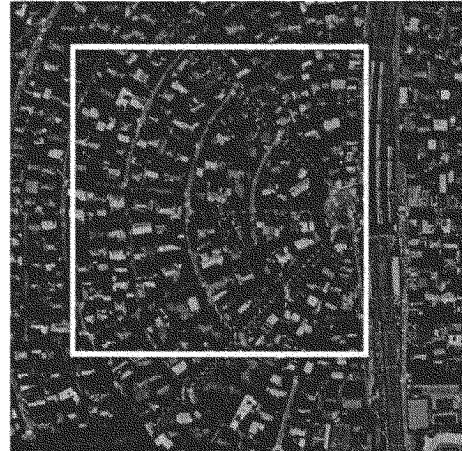
(b) 大田区田園調布

図3 画像特徴距離  $d$  と位置ずれ量  $n$  の関係

次に、撮影年次の異なる航空写真について、検討した結果を示す。先ず、図5は、図4(a)に対して図4(b)がずれた場合の画像特徴距離  $d$  と位置ずれ量  $n$  の関係を示す。



(a) 1974年に撮影



(a) 1984年に撮影



(b) 1987年に撮影



(b) 1989年に撮影

図4 中京区二条町付近の航空写真

図6 大田区田園調布の航空写真

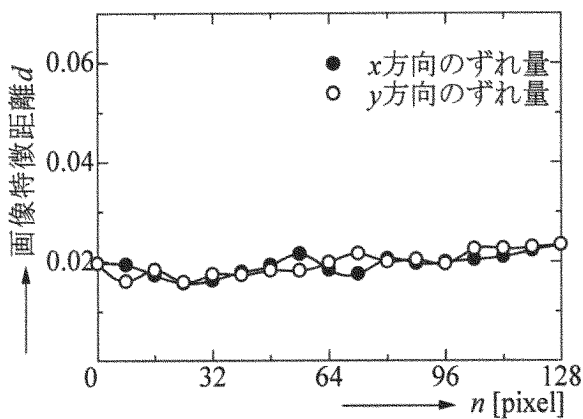


図5 中京区二条城町付近

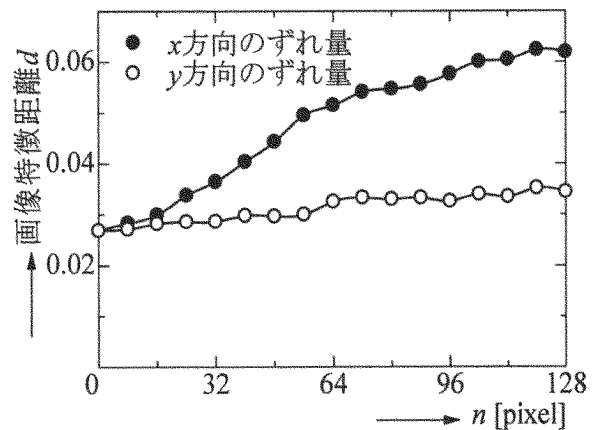
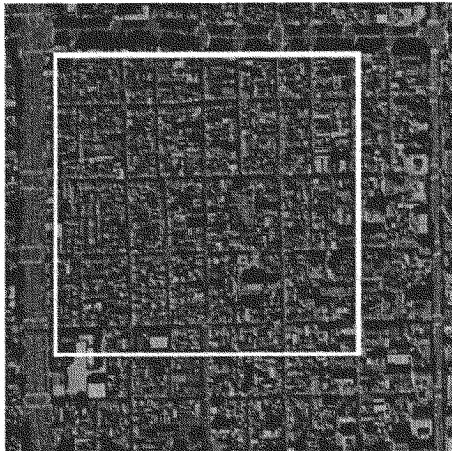


図7 大田区田園調布

撮影年月が異なるため、市街地も微小な構造の変化を伴っている。従って、 $n=0$ において $d=0.02$ であるが、 $x$ 方向及び $y$ 方向への $n$ に対する、顕著な変化は見られない。また、数ピクセル程度のずれであれば、画像特徴距

離にほとんど変化がないことが分かる。

図7は、大田区田園調布の場合の結果である。 $y$ 方向の顕著な変化は見られないが、 $x$ 方向については、 $n \geq 16$ に対する画像特徴距離 $d$ の変化が大きいことがわかる。



(a) 中京区二条城町付近(格子状)



(b) 大田区田園調布(同心円状)

図8 都市の形態が異なる場合の航空写真

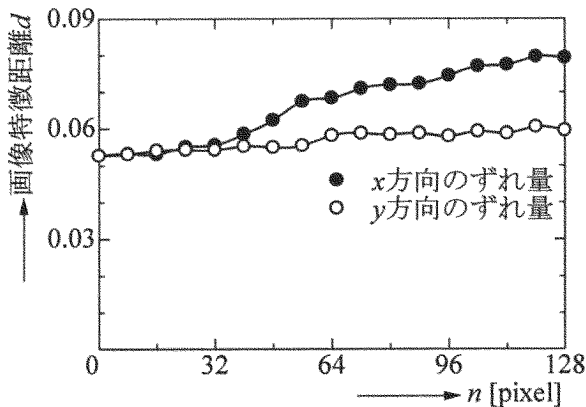


図9 都市の形態が異なる場合の画像特徴距離

図9は市街地の形態が異なる場合の結果である。図8(a), (b)は、それぞれの市街地の航空写真を示す。図9より、 $n=32$ ピクセル程度でも、画像特徴距離に大きな変化が見られないことがわかる。

#### 4. まとめ

二つのグレースケール画像の間の画像特徴距離  $d$  と、抽出範囲のずれ量  $n$  との関係を示した。また、 $n$  が数ピクセル程度であれば、画像中の変化領域を求める際、その影響は極めて小さいこともわかった。

#### 参考文献

- [1] 黒岩 孝, 佐藤敬太郎, 大内宏友, 山崎恒樹, 松原三人: "フラクタル理論を用いた街区の構造解析", 2004年電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-6-1, p.114 (2004)
- [2] 黒岩 孝, 佐藤敬太郎, 大内宏友, 山崎恒樹, 松原三人: "フラクタル理論を用いた街区の形態分類に関する検討", 2005年電子情報通信学会総合大会, A-6-12, p.174 (2005)
- [3] 黒岩 孝, 佐藤敬太郎, 大内宏友, 松原三人: "フラクタル理論を用いた街区の変化領域の抽出", 2005年電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-6-10, p.162 (2005)
- [4] 国土交通省: 国土画像情報閲覧システム (<http://w3land.mlit.go.jp/WebGIS>)
- [5] 望月貴裕, 藤井真人, 伊藤崇之: "新しいフラクタル特徴とロバストな構図情報を用いた画像検索", 映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.6, pp.719-728 (2003)
- [6] 掛村 篤, 東 恒人, 入江浩一: "仮想体積を用いたテクスチャ特徴変数とその応用", 電子情報通信学会誌 D-II, Vol.J80-D-II, No.9, pp.2411-2420 (1997)
- [7] 増田文洋, 黒岩 孝, 大内宏友, 松原三人: "市街地の形態の分類に関する研究", 第38回日本大学生産工学部学術講演会, 2-13, pp.45-48 (2005)