

市街地の形態の分類に関する研究

日大生産工(院) ○増田 文洋
日大生産工 黒岩 孝
日大生産工 大内 宏友
日大生産工 松原 三人

1. はじめに

都市計画や環境工学の分野においては、都市空間の構造を解析するための様々な手法が報告されており、都市の形状をいくつかのパターンに分類する手法^[1]や、都市の構造を心理量により評価する手法^[2]がよく知られている。しかしながら、いずれの手法も定量的な解析は行えない。現在、複雑な都市の構造を定量的に解析する手法の開発が望まれている。著者らは、都市空間の構造を定量的に解析するため、3次元のモデル街区から作成した陰影画像を用いて、そのフラクタル性を検討し、建物の高さや配置、あるいは形状など、その構造とフラクタル次元との関係を明らかにした^[3]。

本研究では、市街地の航空写真から作成したグレースケール画像のフラクタル解析を行うことによって、市街地の形態の定量的な分類の可能性について検討を行う。

2. 解析法

図1は、高度1930[m]から撮影(1987年午前9時20分)した京都府中京区二条

城町付近の航空写真を、デジタルスキャナを用いて計算機上に取り込み作成したグレースケール画像を示す。この場合、画像の解像度は 512×512 [pixel]で、256階調である。

次に、グレースケール画像のフラクタルシーケンスを求める。その手順は以下の通りである^{[4], [5]}。まず、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。

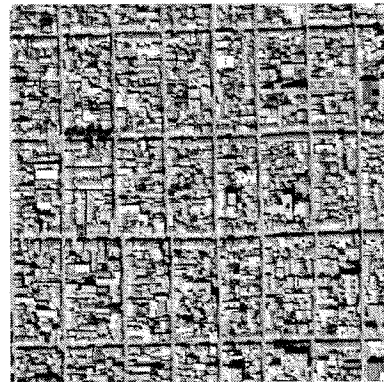


図1 グレースケール画像
(京都府中京区二条城町)

Study on the classification of form of the urban area

Fumihiko MASUDA, Takashi KUROIWA, Hirotomo OHUCHI
and Mitsuhiro MATSUBARA

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

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2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。

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

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2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、2つの画像が異なる場合 $d \neq 0$ となる。

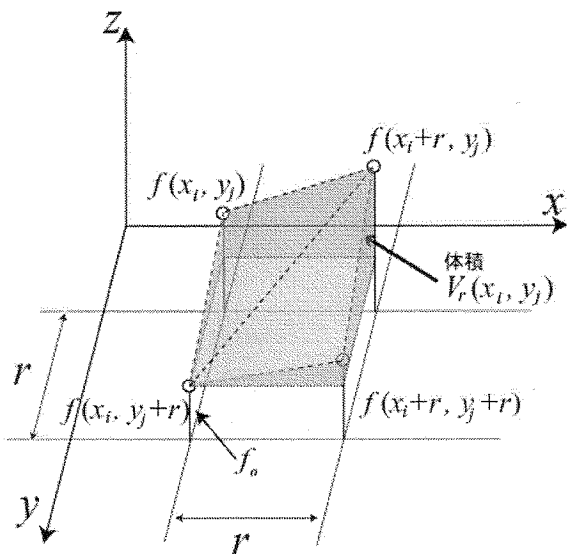


図2 立方体の仮想的な体積

以下では画像特徴距離 d を用いて市街地の形態の分類を行う。即ち画像特徴距離 d の値が等しい場合は同じ形態の市街地として分類し、 d の値が異なる場合は、別の形態の市街地として分類する。

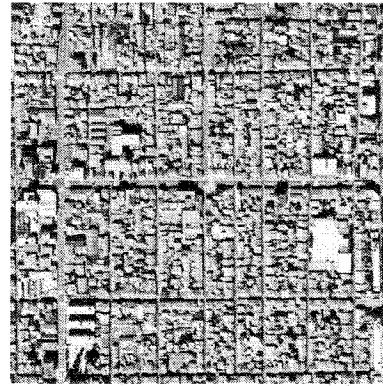
3. 結果

図3～図5は、航空写真より作成したグレースケール画像を示す。それぞれ市街地の形態が格子状、同心円状、放射状の場合である。ただし、市街地を検討する範囲は、一辺の大きさがほぼ400[m]の正方形とし、グレースケール画像の解像度は 512×512 [pixel] とした。また、撮影条件の違いによる影響を軽減するため、いずれの航空写真も、同じ時期、同じ時刻に撮影されたものを用いた。

表1は、図3～図5に示した各市街地との間の画像特徴距離 d を総当たりで求めた結果を示す。表より、市街地の形態がそれぞれ等しい(すなわち格子状と格子状、同心円と同心円、放射状と放射状)場合は、画像特徴距離が $d \doteq 0.01$ 程度で、その値は小さく、市街地の形態がそれぞれ格子状と同心円の場合は $d \doteq 0.03$ 、同心円と放射状の場合は $d \doteq 0.09$ 、放射状と格子状の場合は $d \doteq 0.11$ であり、形態の違いが画像特徴距離 d に十分、反映されていることが確認できる。従って、 d を用いることによって、市街地を3つの形態のいずれかに分類することが可能であると思われる。

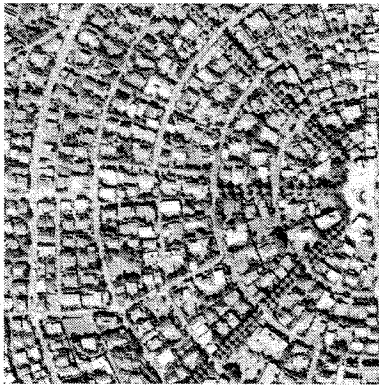


(a) 京都府中京区二条城町

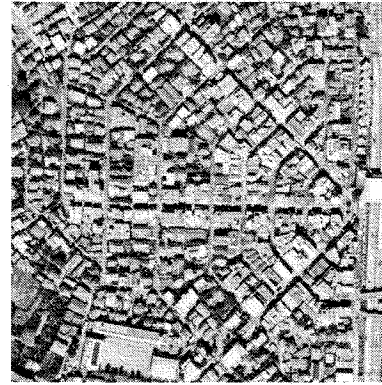


(b) 東京都北区小山町

図3 グレースケール画像(市街地の形態が格子状の場合)



(a) 東京都大田区田園調布

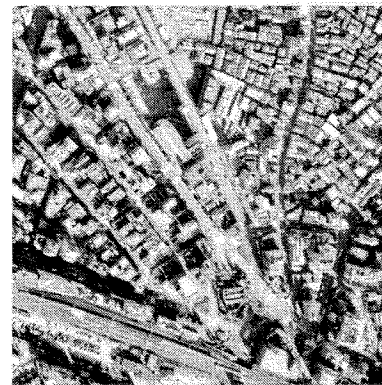


(b) 東京都港北区日吉

図4 グレースケール画像(市街地の形態が同心円状の場合)



(a) 東京都豊島区南大塚



(b) 東京都豊島区北大塚

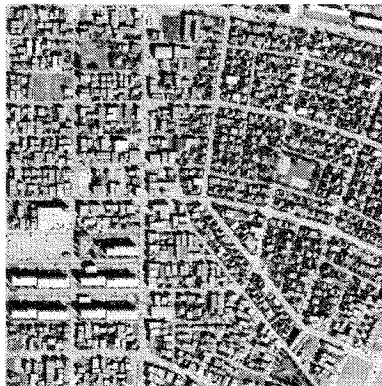
図5 グレースケール画像(市街地の形態が放射状の場合)

表1 画像特徴距離 d

	格子状配置		同心円状配置		放射状配置	
	中京区 二上条町	北区 小山町	大田区 田園調布	港北区 日吉	豊島区 南大塚	豊島区 北大塚
中京区二上条町						
北区小山町	0.01645					
大田区田園調布	0.03181	0.02508				
港北区日吉	0.03458	0.02226	0.01283			
豊島区南大塚	0.11861	0.10834	0.10624	0.09663		
豊島区北大塚	0.11309	0.10336	0.10128	0.09092	0.01552	

図6(a)及び(b)は、異なる2つの形態が複合した市街地の場合のグレースケール画像である。

表2に、図3～図5に示したそれぞれの市街地との間の画像特徴距離 d を示す。表より、市街地の形態が格子状の場合は $d \approx 0.02$ 、同心円状の場合は $d \approx 0.03$ 、放射状の場合は $d \approx 0.1$ となることから、ここで用いた、2つの形態が複合した市街地の場合、格子状に近い形態であると分類されることがわかる。



(a) 北海道札幌市東区



(b) 北海道札幌市白石区

図6 グレースケール画像
(2つの形態が複合した市街地の例)

4. まとめ

本研究では、実在する市街地を撮影した航空写真からグレースケール画像を作成し、そのフラクタル解析を行うことによって、市街地の形態の分類の可能性について検討した。結果として、フラクタルシーケンスから求めた画像特徴距離を用いることによって、市街地の形態の分類が可能であることがわかった。

参考文献

- [1] K.Lynch: "The Image of the City", MIT Press (1960)
- [2] 加藤 晃, 竹内伝史: "新・都市計画概論", 共立出版 (2004)
- [3] 黒岩 孝・宮本和樹・大内宏友・松原三人: "3次元都市空間における街区モデルのフラクタル性に関する研究", 環境情報科学論文集 Vol.16, pp.329~334 (2002)
- [4] 黒岩 孝, 神村雅之, 大内宏友, 山崎恒樹, 松原三人: "フラクタル理論を用いた3次元街区モデルの構造解析(II)", 2004年電子情報通信学会総合大会, A-6-1, p.193 (2004)
- [5] 掛村 他: 電子情報通信学会論文誌 Vol.80DII, No.9, pp.2411-2419 (1997)

表2 画像特徴距離 d

	格子状配置		同心円状配置		放射状配置		格子状と同心円状が複合した配置	
	中京区 二上条町	北区 小山町	大田区 田園調布	港北区 日吉	豊島区 南大塚	豊島区 北大塚	札幌市東区	札幌市白石区
北海道札幌市東区	0.02050	0.02256	0.02913	0.02555	0.10543	0.09862		
北海道札幌市白石区	0.01845	0.02049	0.03035	0.02947	0.09862	0.10773	0.01255	