

フラクタル理論を用いた市街地の変化領域の抽出に関する検討

日大生産工(院) ○佐藤 敬太郎
 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

都市計画を実施する際は、周辺環境への影響を考慮した事前の評価が必要であり、そのためには現状の都市環境の予測や評価が必要となる。従って、その作業は膨大なものとなる。このような膨大な作業を大幅に軽減する様な、計算機支援の都市環境情報システムの構築は、これからの重要な課題となっている。

著者らは、上述のシステムを実現するための基礎的な検討として、3次元街区モデルから作成した陰影画像をフラクタル解析することによって、その微少な構造の変化を検出できることを報告した^{[1], [2]}。また、航空写真からグレースケール画像を作成し、そのフラクタルシーケンスを用いて街区の構造を解析することによって、街区構造の微少な変化を簡易に検出できる可能性のあることも明らかにしている^[3]。

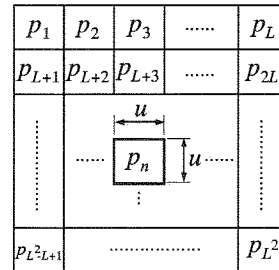
本研究では、異なる時期に撮影した同一地域の市街地の航空写真を用いて、そのフラクタル解析を行うことによって、市街地の変化領域の抽出を簡易に行う手法を提案する。

2. 解析法

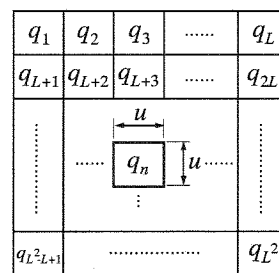
市街地の変化領域の抽出は、以下の手順で行う。まず、航空写真の画像データをそれぞれ図1に示すような、大きさ $u \times u$ [pixel] の小領域 $\{p_n\}, \{q_n\} (n = 1, 2, \dots, L^2)$ に等

分割し、各小領域のフラクタルシーケンス^[4]を計算する。次に、例えば $\{p_1\}$ と $\{q_1\}$ 、あるいは $\{p_2\}$ と $\{q_2\}$ のように、対応する小領域の間の画像特徴距離 $d_n (n = 1, 2, \dots, L^2)$ を求める。ここで、 $d_n \doteq 0$ の場合市街地の構造の変化はなく、 $d_n > 0$ の場合は変化があるとする^[5]。

一方、図2に示す様に、小領域 $\{p_\ell\}$ の内部にある大きさ $[w_p \times h_p]$ の建物が、小領域 $\{q_\ell\}$ においては、大きさ $[w_q \times h_q]$ の建物に変化している場合、一般に、地面と建物上



(a) 変化前の画像



(b) 変化後の画像

図1 画像の分割

The extraction of the change region of the urban area
 using the fractional analysis

Keitaro SATO, Takashi KUROIWA, Hirotomoto OHUCHI
 and Mitsuhiro MATSUBARA

部の光強度分布は、かなり異なる。例えば、小領域中央部から x, y 方向に沿って光強度分布を求めると、同図(a)及び(b)の様に、地面と建物上部の境界で光強度分布は変化する。

同図(c)は、小領域 $\{p_i\}$ 及び $\{q_i\}$ について、 x 方向に沿って走査し、求めた光強度分布を比較した場合を示す。光強度分布が異なる範囲($w_p \leq x \leq w_q$)を調べることによって、変化領域の抽出を行うことができる。

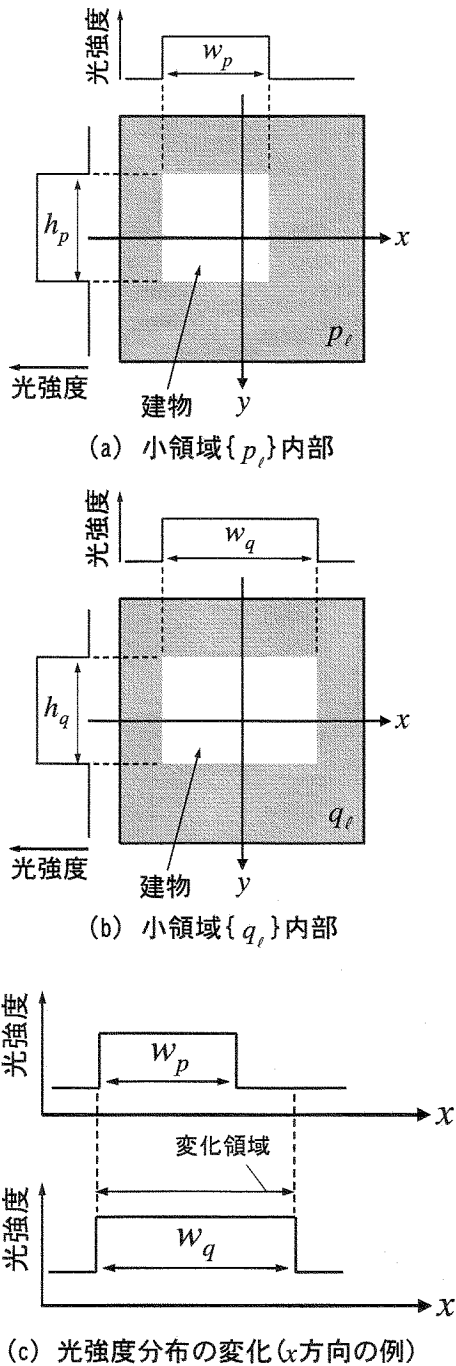
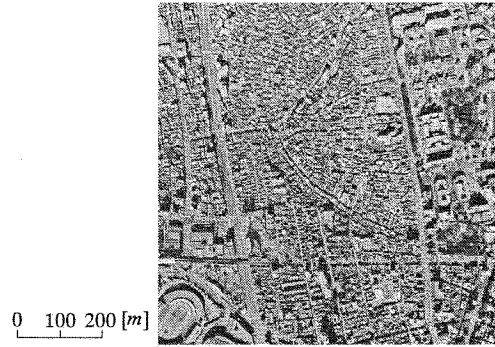


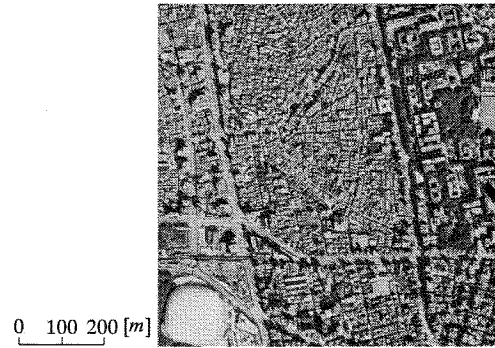
図2 変化領域の抽出

3. 結果

図3(a)及び(b)は、それぞれ1979年と1989年に撮影した東京都文京区本郷付近の航空写真から作成したグレースケール画像である^[6]。撮影範囲は一辺の大きさがほぼ800[m]

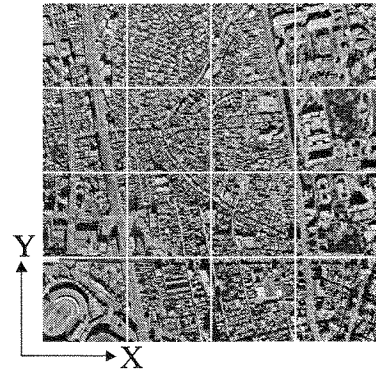


(a) 1979年撮影

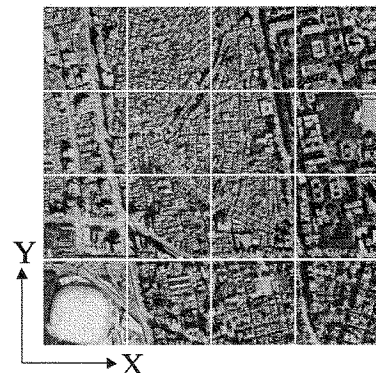


(b) 1989年撮影

図3 グレースケール画像(文京区本郷付近)



(a) 1979年撮影



(b) 1989年撮影

図4 グレースケール画像(小領域に分割した場合)

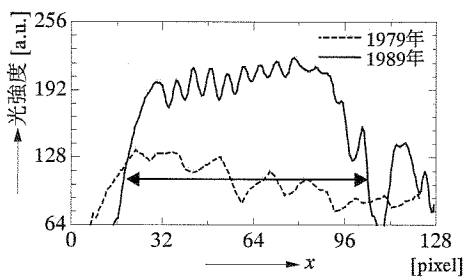
の正方形で、グレースケール画像の解像度は 512×512 [pixel] (256階調)とした。

図4(a)及び(b)は、図3に示したグレースケール画像を 128×128 [pixel] の小領域に分割した場合を示す。また、表1に、その場合の画像特徴距離 d_n ($n=1, 2, \dots, 16$)を示す。殆どの小領域において画像特徴距離 d_n の値が大きいことから、市街地の構造に変化が生じていると考えられる。例えば、 $n=13$ の場合、画像特徴距離 d_n の値が他の小領域の場合に比べて大きいことがわかる。即ち、後楽園球場が東京ドームに変わったために生じた変化を反映していると考えられる。

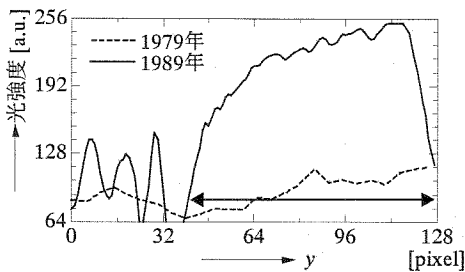
図5に、 $n=13$ の小領域について、 x, y 方向に沿って走査して求めた光強度分布を示す。変化領域の大きさを推定したところ、この範囲

表1 各小領域における画像特徴距離 d

n	1	n	2	n	3	n	4
d_n	0.0519	d_n	0.0229	d_n	0.0806	d_n	0.0519
n	5	n	6	n	7	n	8
d_n	0.1125	d_n	0.0438	d_n	0.0618	d_n	0.0332
n	9	n	10	n	11	n	12
d_n	0.0931	d_n	0.0683	d_n	0.0716	d_n	0.0302
n	13	n	14	n	15	n	16
d_n	0.2911	d_n	0.0942	d_n	0.0708	d_n	0.0275



(a) x 方向に走査した場合



(b) y 方向に走査した場合

図5 光強度分布の比較

の実寸法は x, y 方向とも約 130 [m] で、東京ドームの大きさとよく一致していることがわかった。

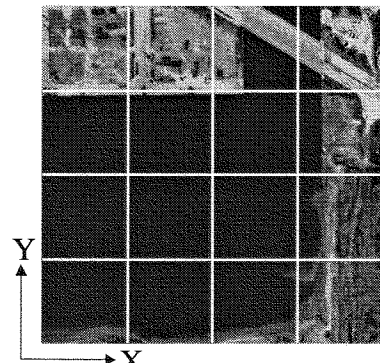


(a) 1979年撮影

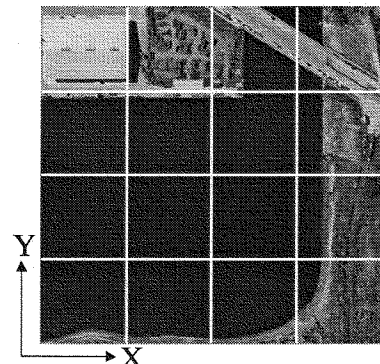


(b) 1984年撮影

図6 グレースケール画像(江東区有明付近)



(a) 1979年撮影



(b) 1984年撮影

図7 グレースケール画像(小領域に分割した場合)

図6(a)及び(b)に、それぞれ1979年と1984年に撮影した東京都江東区有明付近の航空写真から作成したグレースケール画像を示す^[6]。図7(a)及び(b)は、図6に示したグレースケール画像を 128×128 [pixel]の小領域に分割した場合である。また、表2に、画像特徴距離 d_n ($n=1, 2, \dots, 16$)を求めた結果を示す。例えば、 $n=1$ の場合、画像特徴距離 d_n の値が他の小領域の場合に比べて2~5倍程度大きいことがわかる。即ち、左上部の更地が建物に変わったために生じた変化を反映していると考えられる。

図8に、 $n=1$ の小領域について、 x, y 方向に沿って走査して求めた光強度分布を示す。この

場合も、変化領域の大きさが建物の実寸法と良く一致することを確認している。一方、その変化の判別がしにくい小領域についても、同様の方法を用いて、変化領域を抽出できると考えられる。従って、本手法を用いることによって、市街地の変化領域の抽出が可能であると思われる。

4. まとめ

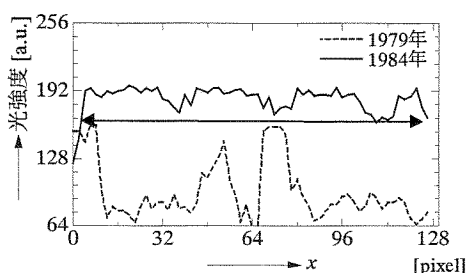
本研究では、異なる時期に撮影した、同一地域の航空写真を小領域に分割し、それぞれの画像特徴距離及び小領域内の光強度分布を求めることにより、市街地の変化領域が抽出できることを明らかにした。一方、本手法は都市計画の分野への応用だけでなく、地図情報の自動更新作業などへの応用も考えられるが、これに関する検討は今後の課題である。

参考文献

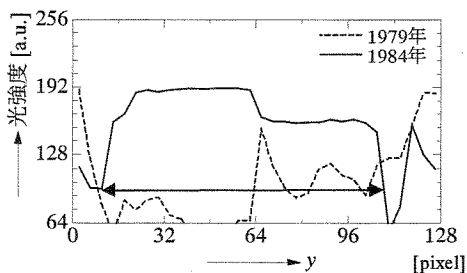
- [1] 黒岩 孝, 神村雅之, 大内宏友, 松原三人: "フラクタル理論を用いた3次元街区モデルの構造解析", 2003年電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-6-14, p.133 (2003)
- [2] 黒岩 孝, 神村雅之, 大内宏友, 山崎恒樹, 松原三人: "フラクタル理論を用いた3次元街区モデルの構造解析(II)", 2004年電子情報通信学会総合大会, A-6-1, p.193 (2004)
- [3] 黒岩 孝, 佐藤敬太郎, 大内宏友, 山崎恒樹, 松原三人: "フラクタル理論を用いた街区の構造解析", 2004年電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-6-1, p.114 (2004)
- [4] 掛村 他: 電子情報通信学会論文誌, Vol. 80DII, No. 9, pp. 2411-2419 (1997)
- [5] 望月 他: 映像情報メディア学会論文誌, Vol. 57, No. 6, pp. 719-728 (2003)
- [6] 国土交通省: 国土画像情報閲覧システム (<http://w3land.milt.go.jp/WebGIS>)

表2 各小領域における画像特徴距離 d

n	1	n	2	n	3	n	4
d_n	0.2736	d_n	0.1110	d_n	0.0964	d_n	0.0308
n	5	n	6	n	7	n	8
d_n	0.0595	d_n	0.0683	d_n	0.0567	d_n	0.0891
n	9	n	10	n	11	n	12
d_n	0.0101	d_n	0.0031	d_n	0.0112	d_n	0.0788
n	13	n	14	n	15	n	16
d_n	0.1285	d_n	0.0312	d_n	0.0725	d_n	0.0751



(a) x 方向に走査した場合



(b) y 方向に走査した場合

図8 光強度分布の比較