

濃淡画像の粗さ測度による 画像特徴抽出法の基本特性について

2 A B - 3

高橋公生 小谷一孔

北陸先端科学技術大学院大学

1 はじめに

複数のテクスチャ領域から構成される濃淡画像の領域分割による画像特徴抽出手法は、画像解析の分野において重要な位置を占めている。画像の特徴を正確にかつ定量的に示す測度が正確な領域分割を行うために必要であり、現在、ヒストグラム、ランレングス、各種統計量、自己相関関数、フラクタル次元 [1] 等の、テクスチャの特徴量の抽出手法が提案されている。

フラクタル画像解析は回転や線形変換に対して不変であるという特徴を有しているが、実際の濃淡画像は離散的であり、また自然に存在するテクスチャは完全な自己相似性を有していない。そのため、実際の解析における回転や解像度の変化の影響、分解能といった特性は明らかでないものが多い。本稿ではテクスチャの回転や線形変換に対するフラクタル次元値推定手法の基本特性について解析し、実画像の解析に対する適用性を検討する。

2 画像のフラクタル次元推定

画像においてフラクタル次元値を推定する場合は、図 1. に示すような 2 次元の水平面に展開された等間隔な格子点 (x, y) に輝度値 (濃淡値) を高さ情報 $z=f(x, y)$ として並べ、それら輝度分布が構成する 3 次元曲面を考える。Housdroff 次元の定義に従えば、3 次元曲面 (画像曲面) を、1 辺の長さが s の単位面積素にて被覆したとき、そのパッチの数を $N(s)$ とし、 $(\log s, \log N(s))$ のプロットの分布から極限值を推定することになる。しかし、実際には画像表面被覆数 $N(s)$ を画像から直接算出することは難しいので、スケール s の単位面積素を用いて測定した画像表面の総面積 $A(s)$ を何らかの方法で求め、パッチ数 $N(s)$ が $A(s)/s^2$ であることからフラクタル次元を推定する方法が提案されている [2]。

一般にフラクタル次元は、線形変換 (回転、拡大、縮小) の影響を受けないという特徴を持つ。しかし、実際に解析を行う場合にはフラクタル次元値を推定して近似値を求めており、一般に言われている前述の特徴が保存されているのかは不明である。そこで、Blanket-covering 法 [2] により計算されるフラクタル次元値が、テクスチャの回転と線形変換に対してどのような特性を持つか解析を行った。

2.1 実験 1 (テクスチャの回転に対する実験)

テクスチャの回転に対する特性を調べるために、 $(700 [\text{pixel}] \times 700 [\text{pixel}]$ 濃淡値 1) のテクスチャの中央に、図 2 (a)、(b) に示すテクスチャ $(200 [\text{pixel}] \times 200 [\text{pixel}]$ 、256 階調) を張り付けたも

Characteristics of Feature Extraction by Analyzing for Image Pattern Complexities

Kimio Takahashi, Kazunori Kotani

Japan Advanced Institute of Science and Technology

1-5 Tasunokuchi-cyo Nomi-gun Isikawa 923-12, Japan

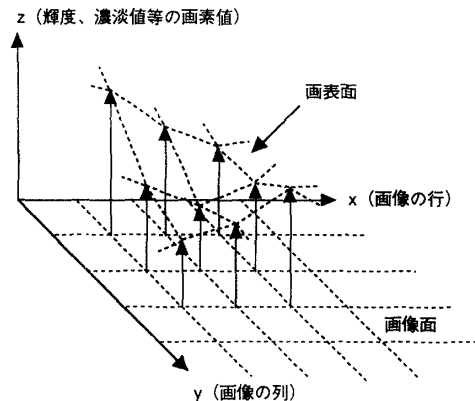
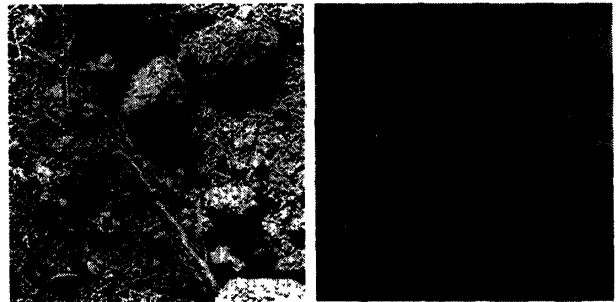


図 1. 画素値が構成する画像曲面



サンプル画像 (a)

サンプル画像 (b)

図 2. 作成したテクスチャ
(中央に張り込んだテクスチャの部分)

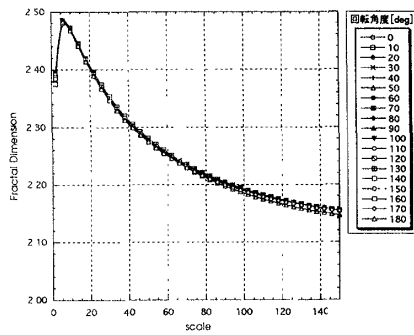
のを作成し、回転させたものそれぞれについてフラクタル次元値を算出した。図のようなテクスチャとしたのは、フラクタル次元値の計算において、画像端の処理が計算結果に影響しないようにするためである。また内部のテクスチャは回転に対し対称となりにくくかつテクスチャの濃淡パターンが異なるものを選んだ。

フラクタル次元値を推定する場合、あるスケール値に対する次元値の形で計算を行うが、今回はスケール値についての特性を調べるため、 $(s [2, 4, \dots, 150])$ の範囲でそれぞれ次元値を計算した。次元値をプロットしたものを図 3. に示す。

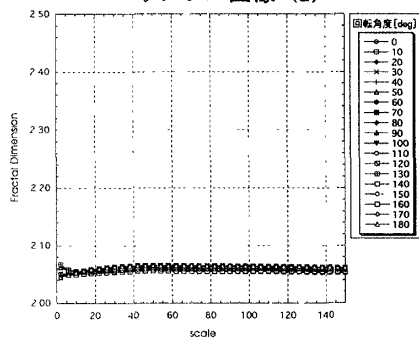
図 3. から、Blanket-covering 法を用いて計算したフラクタル次元値は回転に対し、サンプル画像 (a) については最大 5.2%、サンプル画像 (b) については 0.37% の範囲に収まっている。また各スケール値に対するフラクタル次元値はテクスチャによって異なり、プロットした点が構成する曲線はそれぞれ異なっている。これはテクスチャの濃淡パターンの特徴を示すものであり、これによりテクスチャの識別が可能であると考えられる。

2.2 実験 2 (テクスチャの解像度に対する実験)

次に、フラクタル次元値に現れるテクスチャの特徴



サンプル画像 (a)

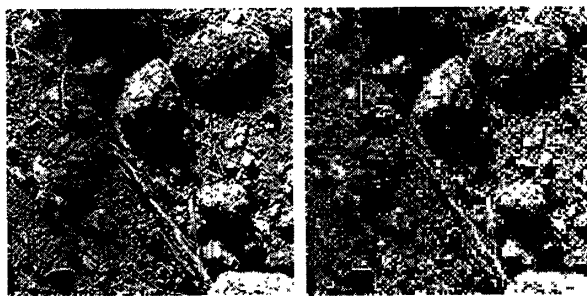


サンプル画像 (b)

図3. 実験1結果

が、解像度の変化に対しどの程度保存されるかを実験により検証する。実験1で用いたサンプル画像 (a)、(b)の解像度を変化させた画像に対し次元値を算出した。次元値をプロットしたものを図3. に示す。

実験の結果、解像度を下げた場合、原画像に対して半分程度の解像度まで低下させても、サンプル画像 (a) で最大2.6%、サンプル画像 (b) で最大1.5%の変動範囲に収まるが、それ以下の解像度になると、値が大きく変動する傾向がある。これより、次元値を求めするために必要となる解像度を解析的に決定することができると思われる。



a) (200×200 [pixel]) d) (114×114 [pixel])

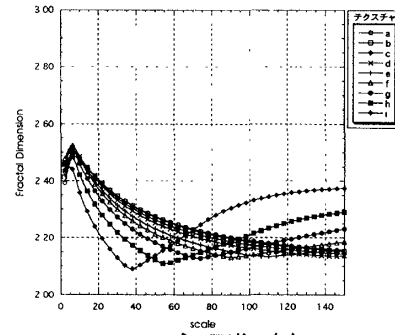
図4. 実験2に用いたサンプル画像

3 実際の画像解析

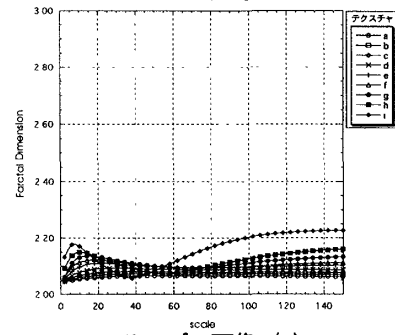
顔画像のフラクタル次元値に基づいて顔部品（目、鼻）を抽出した例 [3] を図6. に示す。図より、目と鼻が正しく抽出されていることがわかる。顔画像の大きさやある程度の傾きの影響を受けにくいので、良好な顔部品抽出結果が得られる。

4 まとめ

濃淡画像の粗さを示すものとして、フラクタル次元値について回転と解像度に対する基本特性を実験に



サンプル画像 (a)



サンプル画像 (b)

図5. 実験2結果
(解像度は a~i の順に下げる)



(a) 原画像 (b) 顔部品候補領域 (c) 顔部品抽出結果

図6. 入力画像からの顔部品領域の抽出

よって求めた。その結果、

1. 回転に対しては最大5%程度の変動を生じる
2. フラクタル次元値を用いた解析において必要な解像度を解析的に決定することが可能である
3. 実際の顔画像解析において、フラクタル解析を行うことで顔部品の抽出が可能である
という、回転と画像解像度における特性が明らかになった。今後の課題として、
1. 画像のコントラスト変化の影響
2. パタンとしてテクスチャの特徴を扱う手法への拡張と特性の解析
を考えている。

4 参考文献

[1] B.B.Mandelbrot, "The Fractal Geometry of Nature", Freeman, San Francisco, 1982
 [2] S.Peleg, J.Naor, R.Hartly and D.Avnir, "Multiple Resolution Texture Analysis and Classification", IEEE Trans.Patt.Anal.Machine Intell.,6,6, pp.518-523, july, 1984
 [3] 本田明子、小谷一孔"フラクタル分析による顔画像の特徴抽出" 電子情報通信学会技術報告CS96-135, IE96-104(1996-12)