

モルフォロジーフィルタを用いた風景画像の方向特徴の分析

土井 滋貴

Analysis of Directional Character in Landscape Image Using Morphological Filter

Shigeki DOI

本研究では、2次元画像として風景をとらえたとき、自然の風景と人工の風景の差には画像の方向性が関係していると考え、着目した。画像の方向性特徴を抽出する方法として非線形フィルタの一種であるモルフォロジーフィルタを用いて抽出する方法を提案する。

計算機シミュレーションによる実験結果より、方向性をもつ構造要素を用いて、モルフォロジーフィルタのOpening演算を行い、構造要素の違いによる画像の変化の違いを調べることによって、画像の方向性に関する特徴量を抽出することができた。

1. まえがき

人間にとっての快適性をいろいろな角度からとらえる「快適科学」は、近年盛んに研究されており、そのアプローチも心理学的、認知科学的、生理学的、工学的など多種多様にわたる(1)(2)。

生活の視環境における快適性を考えてみると、殺風景なオフィスに観葉植物や花などを置くことによって、オフィスの雰囲気が優しくなることを、我々は経験的に知っている。このことから視環境において「穏やかで優しい」というのは心地よさに関する一つの性質であると推測できる。そこで、視環境における心地よさの性質を考える一つのステップとして、雲や花、樹木、山、水など自然の風景を「穏やかで優しい」という視環境の一つの категорияとしたとき、その対局にあると考えられるビルや道路など人工の風景という category との間でどのような物理的な差が現れるのかを解析する。このことは、快適性を定量的に測るためにも必要不可欠である。

本研究では、2次元画像として風景をとらえたとき、自然の風景と人工の風景の差には画像の方向性が関係していると考え、着目した。画像の方向性特徴を抽出する方法としては、Sobelオペレータ等のエッジ検出オペレータを用いたり、Hough変換などにより直線成分を抽出する方法などがある。しかし、ノイズなどの影響が大きく、安定した特徴抽出が行えないという欠点がある。そ

こで、画像の方向性特徴を非線形フィルタの一種であるモルフォロジーフィルタ(3)~(7)を用いて抽出する方法を提案する。そして、提案した手法の有効性を検証するために、風景画像が自然風景カテゴリーに属するか、人工風景カテゴリーに属するかを識別する実験を行う。

2. 風景画像と方向特徴

本研究では風景画像を図1上段のような雲や樹木花、山など自然物の風景画像を「自然風景」と定義し、図1下段のようなビルや道路など人工的な建造物の風景画像を「人工風景」と定義する。これらの風景を単純化して考えると、自然風景と人工風景の間には画像の規則性の違い、画像の方向性の違い、画像が含む直線成分の多さの違いがあると推測できる(8)。

そこで、これらの推測に基づく風景画像の特徴量の抽出を、非線形フィルタの一種であるモルフォロジーフィルタを用いて行う。そして自然風景と人工風景の間において、抽出した特徴量の差が見られるかを評価する。

2.1 画像の方向性

風景画像を自然風景・人工風景という category で分類する場合、要因となる特徴量はいろいろあるが、その一つに画像の方向性があげられる。人工風景では微少部分において直線成分が多く、それらが様々な方向性を持っている。対して自然風景は人工風景に比べて直線成分

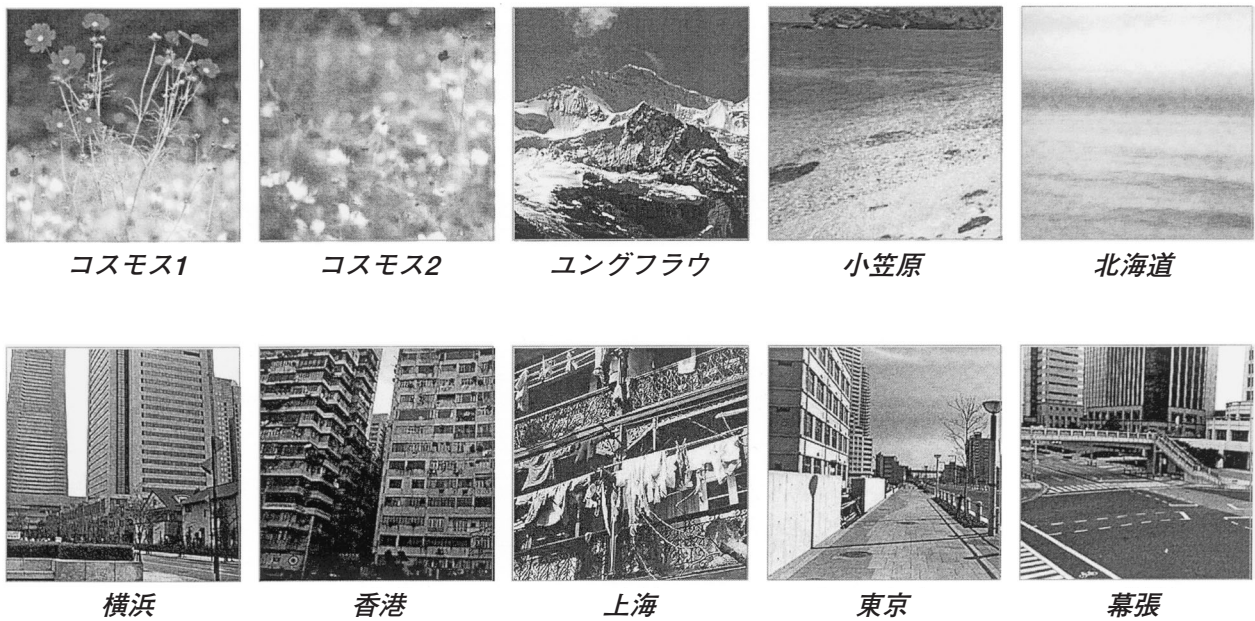


図1 自然・人工風景原画像

(256×256ピクセル,256階調グレースケール) 上段：自然風景 下段：人工風景

は少なく画像の変化は滑らかでかつ曲線的である。

画像の方向性を抽出する方法として、画像をフーリエ変換し、その周波数成分の分布から得る方法がある(9)。画像のフーリエ変換後のパワースペクトルを極座標であらわした値を方向特徴とすると、自然風景と人工的風景の間には、明らかな違いが見られ、画像の方向性のために差を与える要因となっていることがわかった(14)。

本稿では、画像の方向性を、方向に特徴のある構造要素を用いたモルフォロジー演算(10)を用いて検出することを試みる。

2.2 画像の方向性とモルフォロジー演算

モルフォロジーの基本演算のうちOpening演算は、演算対象図形において、構造要素を完全に含む画素だけを強調して残す演算である。このことより、Opening演算の結果は、構造要素が持つ形状性質を、演算対象の図形がどの程度含んでいるかを示しているといえる。

図2に示すように、横方向に方向性を持つ図形Aに対して、方向性を明確に持つ直線的な構造要素(—、|、/、\等)でOpening演算をすると、一で演算した結果残った画素数が、その他の場合に比べて多くなり、4つの結果の分散が大きくなる。同様の方法で、方向性を持たない図形Bに対して演算をすると、どの構造要素で演算した結果も、残った画素数は同じようになり、結果の分散は小さくなる。分散が大きいと、その画像の方向性に反応する部分が多い事がわかり、人工的であると

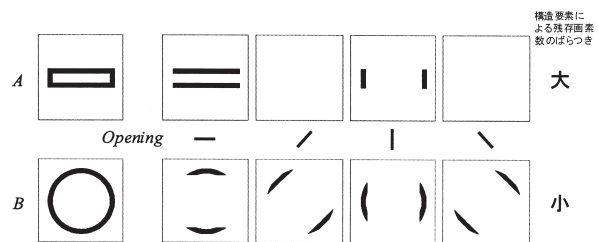


図2 Openingと図形の方向性

判断できる。逆に分散が小さいということは方向性に反応する部分が少ない、またどの方向でも反応量があまり変わらないので自然であると判断できる。

3. 評価実験

図1に示す256×256ピクセル、256階調グレースケールの自然風景5種類、人工風景5種類のデータを用いて、計算機シミュレーションによる検証を行う。

3.1 2値のモルフォロジーを用いた特徴抽出

風景画像からエッジ抽出を行い2値化した画像を見ても自然風景であるかそうでないかの識別は可能である。これは、そのようにして情報量を落とした画像にも自然風景か人工風景かを分類する情報が含まれているということである。そこで、まずサンプル画像を2値化した上で2値のモルフォロジー演算を行い識別が可能かを調べる。手順は次のように行う。

Step1 原画像にラプラシアンフィルタを施し、画像を単純しきい値2値化する。

(しきい値は2値画像が原画像の内容をよく反映するように手動で調整、得られた画像の例を図に示す)。

Step2 Step1で得られた画像に対して— | / \の4つの構造要素(11Pixel)でOpeningを行うOpening結果の例を図4に示す)。

Step3 4つの構造要素に対する残存画素数の分散を調べる。

4つの構造要素に対する分散結果は図5の様になり自然風景と人工風景の分散の違いが表れている。

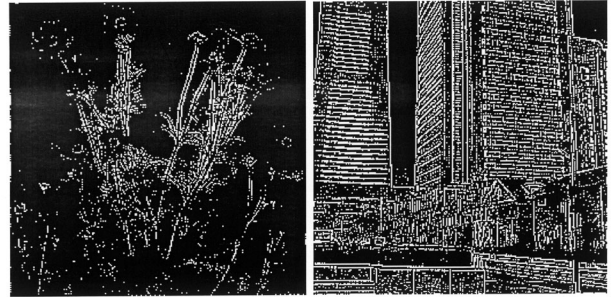


図3 ラプラシアンフィルタと単純しきい値による2値化画像の例

3.2 多値のモルフォロジーを用いた特徴抽出

多値のモルフォロジーを用いると、濃淡画像を加工することなく、より多くの情報量を持ったまま方向性を抽出することが出来る。多値のモルフォロジーでは構造要素も閾数値を持つことが可能であるが、今回は構造要素の持つ閾数値は定義域ですべて0であるとする。形状は— で方向を22.5度ずつ回転させた8種類作成する。サイズは11Pixelである。識別実験の手順は次のとおり。

Step1 原画像に対して8種類の構造要素でOpeningを行う。(Opening結果の例を図6に示す)

Step2 8つの構造要素に対する濃淡値(各画素値をすべて加えたもの)の分散を調べる。

濃淡値変化の代表例を図7に示す。図7から人工的な画像は方向に対する濃淡値の変化の割合が大きいことがわかる。

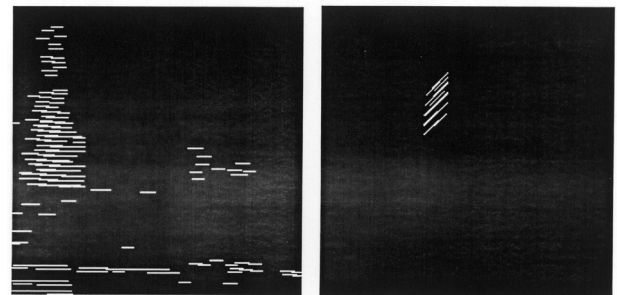
サンプル画像に対して構造要素の方向に対する濃淡値の分散を調べた結果を図8に示す。結果から自然風景と人工風景の分散の違いが現れていることがわかる。

また、画像サイズが2の階乗でなければならぬ高速フーリエ変換を用いた方向特徴を求める計算方法と比べ、画像サイズの制約がないので、より適用範囲が広い手法であると考えられる。

4. まとめ

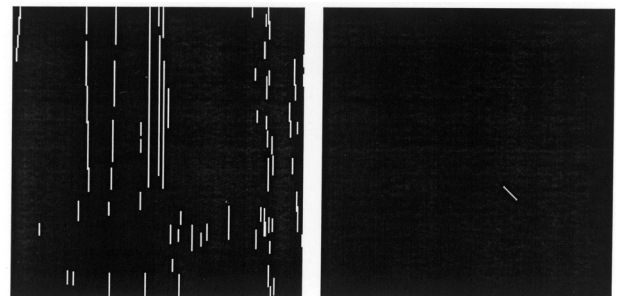
本研究では、風景画像を自然風景と人工風景というカテゴリーに分けたとき「それらの間にどのような物理的特徴量の差が存在するのか」という問題について、検討を行った。そして、その差は、画像の方向性によるものであると推測した。

その上で、非線形フィルタの一種であるモルフォロジーフィルタを用いて画像の方向性に関する特徴量を抽出する手法を提案し、得られた特徴量が自然風景と人工風



構造要素 —

構造要素 /



構造要素 |

構造要素 \

図4 2値化データ opening処理例

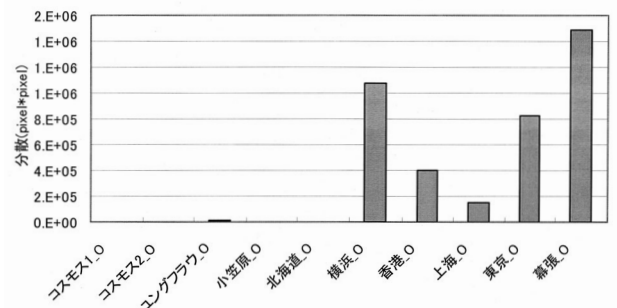


図5 2値画像としての残存画素数の分散

景の間で差が見られるかについて検証を行った。

シミュレーションによる実験結果より、方向性をもつ構造要素を用いて、モルフォロジーフィルタのOpening演算を行い、構造要素の違いによる画像の減り方の違いを調べることによって、以下のような画像の方向性に関する特徴量を抽出することができた。

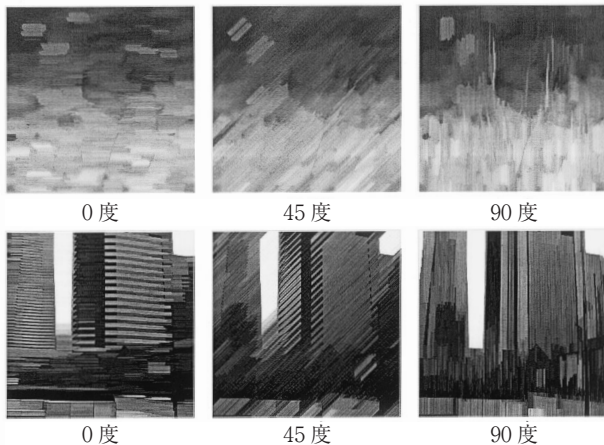


図6 多値Opening例

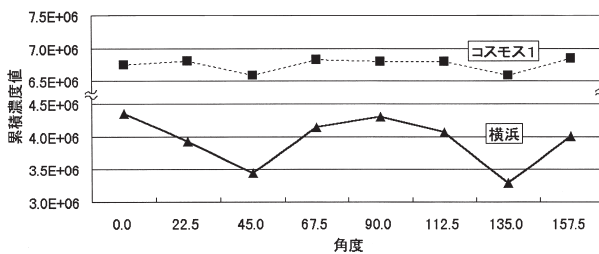


図7 Opening結果の濃淡の変化

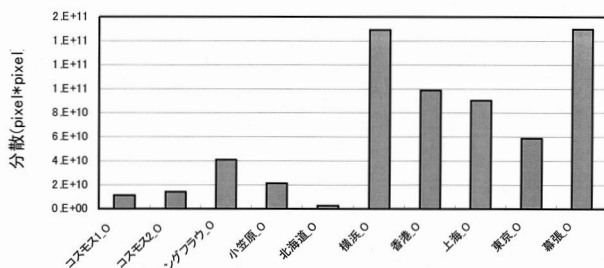


図8 多値のOpeningによる画像濃度の分散

(1) 異なった方向性をもつ複数の構造要素でOpening演算を行い、その結果のばらつきを調べると、自然風景はばらつきが小さく、人工風景はばらつきが大きいという差が表れる。それは2値のモルフォロジーを用いても、多値のモルフォロジーを用いても同じ傾向となる。

(2) 従来のフーリエ方向特性と比べても、遜色の無い分離結果が得られる。更に画像サイズの制限が無いことなど優位な点がある。

以上のように、風景画像を自然風景・人工風景というカテゴリーで分類し、モルフォロジー的な観点から解析をおこなうと、カテゴリー間に明確な差が得られ、モルフォロジーフィルタの応用分野の一つとして、有効な事がわかった。

文 献

- (1) 長尾三生：“快適科学”、海文堂
- (2) 大野秀雄・堀越哲美・他：“快適環境の科学”、朝倉書店
- (3) 小畑秀文：“モルフォロジー”、コロナ社
- (4) Charles R. Giardina, Edward R. Dougherty：“Morphological Methods in Image and Signal Processing”, Prentice-Hall
- (5) 間瀬茂・上田修功：“モルフォロジーと画像解析 [1]”、電子情報通信学会誌 Vol.74, No.2, pp.166-172, 1991.
- (6) 間瀬茂・上田修功：“モルフォロジーと画像解析 [2]”、電子情報通信学会誌 Vol.74, No.3, pp.271-279, 1991.
- (7) 苗村昌秀・福田淳 他：“Morphology処理による画像テクスチャ方向性検出と折り返し雑音除去を目的とした非線形フィルタ処理”、電子情報通信学会誌 Vol. J80-D-II, No.10, pp.2733-2743, 1997.
- (8) 土井俊介・上田悦子・土井滋貴：“ゆらぎに着目したモルフォロジーフィルタによるテクスチャ解析”、平成10年信学会関西支部学生発表会 A-21
- (9) 安居院猛・長尾智晴：“画像の処理と識別”、昭晃堂
- (10) Shigeki Doi, Shunsuke Doi：“A Directional Morphological Operation and Its Application to Immunological Image Processing”, ICASSP97 Session MDSP8 P.4
- (11) 上田悦子、土井俊介、土井滋貴：“モルフォロジーフィルタを用いた風景画像の解析”、信学技報、PRMU98-210(1999-01)、pp.135-142
- (12) 田村秀行：“多面的画像処理とそのソフトウェア・システムに関する研究”、電総研研究報告 第835号、1983
- (13) 高木幹雄・鳥脇純一郎 他(編)：“画像処理アルゴリズムの最新動向”、新技術コミュニケーションズ
- (14) 土井滋貴：“風景の識別と空間周波数に関する考察”、奈良高専研究紀要、第35号、1999