

デジタル画像処理の基本

1 はじめに

デジタル画像を処理することにより、画像の見え方の改善や、必要な情報の抽出ができる。ここでは、デジタル画像処理の基本的な手法である、濃淡変換と空間フィルタを紹介する。モノクロ256階調の画像について説明するが、カラー画像にも応用可能である。

2 濃淡変換

2.1 濃淡値ヒストグラム

濃淡変換の前に、画像の大まかな特徴を知る方法の一つである濃淡値ヒストグラムを説明する。図1に示すように、濃淡値ヒストグラムは、画像の濃淡値と画像内に存在するそれぞれの濃淡値を持つ画素の数を度数分布として表す。図1(a)の画像のヒストグラム(b)を見ると、低い濃淡値しか含まれない、すなわち、暗くコントラストが低い画像であることがわかる。図1(c)は濃淡値変換によりコントラストを改善した画像であり、ヒストグラム(d)から濃淡値分布の拡大が確認できる。

2.2 トーンカーブによる濃淡変換

濃淡変換に用いる変換関数をトーンカーブと呼ぶ。図1の変換に用いたトーンカーブを図2に示す。トーンカーブが直線 $y=x$ よりも上にあれば、出力画素は原画像よりも明るく、下にある場合は暗くなる。図2では、濃淡値の低い部分に傾きの大きな直線を適用することで、コントラストを改善している。図2は線形変換(直線のトーンカーブ)の例だが、目的に応じて任意の

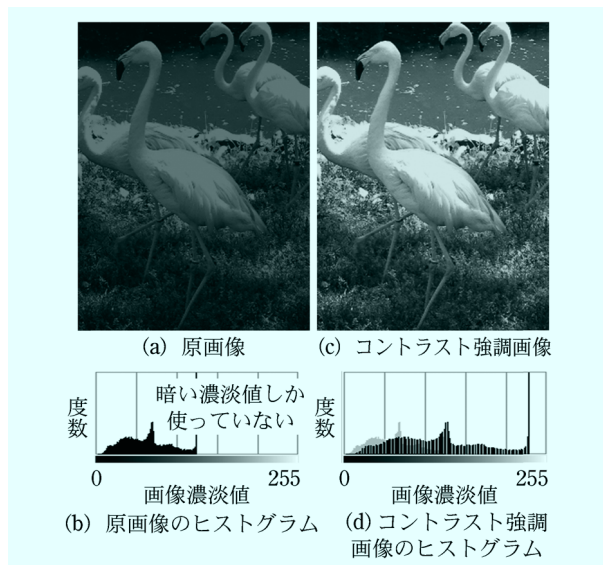


図1 画像と濃淡値ヒストグラム

関数を用いることができる。

2.3 2値化

図3(a)に示すようなステップ状のトーンカーブを用いる変換を2値化と呼ぶ。背景領域と物体領域の明るさが異なる場合などに、適切なしきい値を設定すれば、物体領域のみを抽出できる。図3(b)は図3(c)左上の画像のヒストグラムである。背景、紙、罫線、文字領域の明るさが異なっており、ヒストグラムが対応する四つの領域にわかれているため、2値化しきい値の設定によって、異なる領域が抽出できる。このように、濃淡変換は画像を意味のある領域に分割する手段としても使える。

3 空間フィルタ

3.1 積和演算による空間フィルタ処理

空間フィルタは、画像内の注目画素とその近傍の局

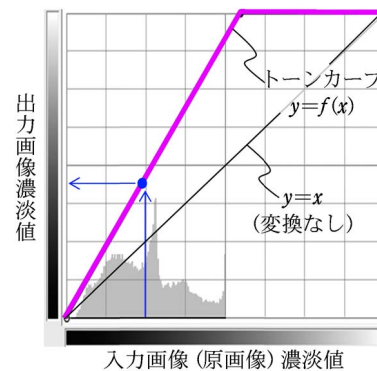
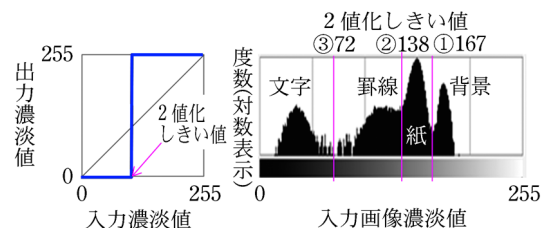
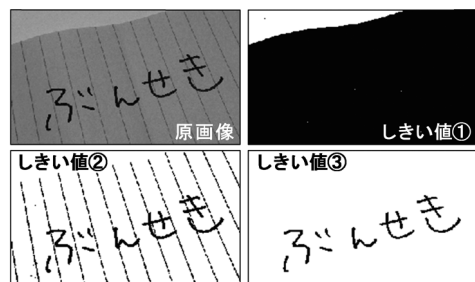


図2 トーンカーブによる濃淡変換



(a) 2値化のトーンカーブ (b) ヒストグラムと2値化しきい値



(c) 原画像および2値化結果

図3 2値化処理としきい値

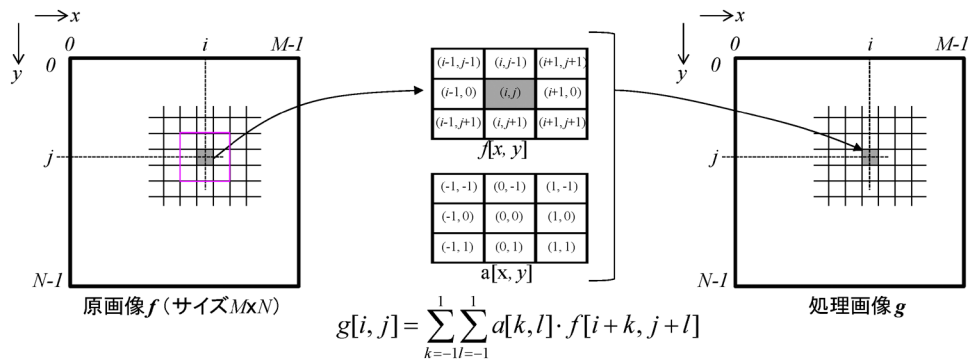


図4 積和演算による空間フィルタ

所領域の空間情報を用いて、ノイズの除去やエッジ強調などを行なう処理である。図4に示すように、着目画素とその近傍の画素の濃淡値に重みをかけて和をとる積和演算により実現される。重み係数配列 $a[x, y]$ はオペレータと呼ばれ、この重み係数によって様々な処理が実現可能となる。図4はサイズ 3×3 の例であるが、目的に応じて様々な大きさのオペレータが用いられる。

3.2 平滑化フィルタ

画像のノイズ除去・平滑化には単純平均あるいは重み付き平均フィルタがよく用いられる。図5は正規分布の重みを用いるガウシアンフィルタの例である。図5(b)に示すオペレータを図4の $a[x, y]$ として用いることで、着目画素に重みをつけた平均フィルタ処理が行える。ノイズ除去と同時に物体の輪郭をぼかしてしまうため、注意が必要である。

3.3 微分フィルタとエッジ強調

物体の輪郭など、画像内のエッジは重要な情報であり、その抽出・利用についても様々な手法が提案されている。エッジは画像内で明るさが変化する点であるため、濃淡値の空間方向の微分により検出できる。図6に微分フィルタとエッジ抽出の例を示す。図6②はx方向の、③はy方向の1次微分フィルタ（Sobelフィルタ）の適用結果である。着目画素の左右あるいは上下の濃淡差（1次微分）を出力するフィルタであり、それぞれ縦エッジ、横エッジが抽出されていることがわかる。⑤は2次微分フィルタ（ラプラシアン）の結果である。濃淡値の勾配が着目画素周辺で大きく変化すると強く反応するフィルタである。これらのフィルタを用いることで、画像内のエッジを抽出したり、抽出されたエッジ情報を利用して画質を向上することができる。④は原画像からラプラシアンフィルタの結果⑤を差し引いたもので、原画像よりエッジが強調され、シャープな画像になっている。

4 おわりに

画像処理の基本として、濃淡変換と空間フィルタを

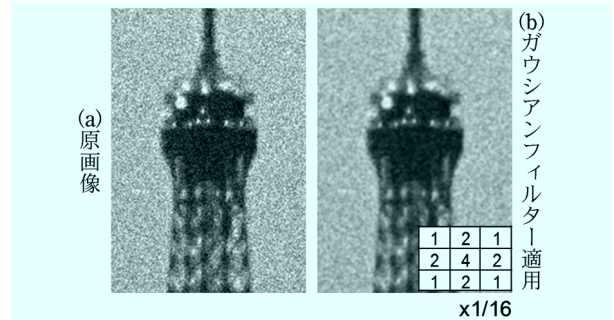


図5 平滑化フィルタの例

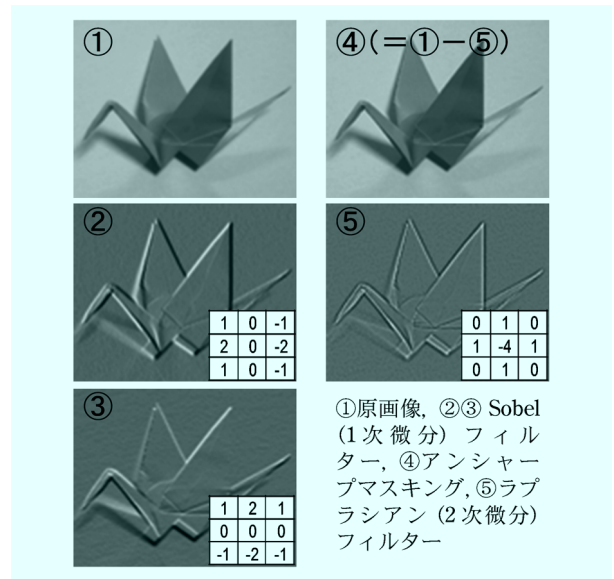


図6 エッジ抽出フィルタとエッジ強調

紹介した。どちらも単純ではあるが、非常に有効な処理である。局所的に処理パラメータを変更したり、処理内容を切り替えたりすることで、より高度な処理が可能となる。

参考文献

- 1) 高木幹雄, 下田陽久監修: “新編 画像解析ハンドブック”, (2004), (東京大学出版会).
- 2) 酒井幸市著: “デジタル画像処理入門”, (2002), (CQ出版社).

〔㈱日立製作所横浜研究所 田中麻紀〕