

非実写画像向け減色アルゴリズムにおけるエッジ検出法の検討

赤岡 歩[†] 三浦 康之[†] 渡辺 重佳[†]湘南工科大学院工学研究科電気情報工学専攻[†]

1 はじめに

コンピュータ上で、アニメーション画像やイラスト画像など、実写ではない画像を扱うケースがしばしば見られる。これらの画像の情報量を削減するために、減色処理が行われるが、従来法である誤差拡散法^[1]は、画像の平坦部分に対して誤差の拡散を生じるため、非実写画像の可逆圧縮の前処理には不向きである。

そこで、非実写画像向けの減色処理法の研究を行っている^[2]。過去の研究成果により良好な結果が得られたが、提案手法で最も良好な性能を示した「改良エッジ検出法」は、「ユークリッド距離の閾値(th_e)」、「最小二乗法を行う範囲(n_{max})」、「エッジ検出の閾値(th_s)」の3つの値を設定する必要がある。そこで本研究は、これらの値を自動的に決定するか、あるいは設定値の目安を知ることができれば、閾値の初期設定に画質や圧縮率が依存しにくいアルゴリズムが実現すると考えられる。

2 減色アルゴリズム

2.1. 誤差拡散法

誤差拡散法は、減色に伴う誤差を周囲の画素に分配し、分配した値に基づいて周囲の画素値を決定する減色法である。この他にも、閾値処理により画素値を割り当てる閾値法や、閾値に乱数を加えるランダムディザ法^[3]があるが、閾値法では自然な画像が再現されず、ランダムディザ法では乱数により画質が乱れる場合がある。

2.2. 改良エッジ検出法

下記のような画素値の決定手順を、画像の左上の画素から順にすべての画素において実行する。この手法では、「ユークリッド距離の閾値 th_e 」、「最小二乗法を行う範囲 n_{max} 」、「エッジ検出の閾値 th_s 」の三つが必要となる。

(1) 着目画素の上下左右方向に向けてエッジの検出を行い、エッジの手前までを計算範囲として(2)の処理へと進む。

(2) 着目画素に対してそれぞれ上下左右方向における画素値の傾きと切片を最小二乗法に基づいて算出し、算出した傾きと切片をもとに、カラーパレットから一番近い画素値を求める。これら4つの値のうちいずれかが異なる場合、誤差拡散法の実行結果を減色後の画素の確定値とし、(4)へ進む。全てが同じ場合、(3)へ進む。

(3) 元画像の画素値と周囲の画素から誤差拡散を受けた画素値のユークリッド距離を求める。求められた値が閾値未満の場合、元画像の画素値をもとに、画素を選択する。閾値以上の場合、誤差拡散法の実行結果を減色後の画素とする。

(4) 減色前後の画素値の誤差を算出し、減色後の画素値が決定していない周囲の画素にあらかじめ決められた割合で分配し、次の画素の処理に進む。

2.3. エッジの検出

本手法におけるエッジの検出のために、エッジ検出フィルタをかける。その値が th_s より大きく、局所的なピーク値をとるときに、エッジとみなすものとしている。

2.4. エッジ検出の閾値(th_s)の設定

th_s が低い値に設定されると、本来はエッジと認識されないような所をエッジと認識してしまい、好ましくない処理をしてしまう恐れがある。逆に大きすぎると、提案手法による効果が十分に得られない。エッジ検出フィルタの値の最大値はおおよそ 443 であり、信号の強さに対する人間の目の弁別域はおおよそ 2%とされているので、 th_s が $443 \times 2\% \approx 8.87$ を下回ることは好ましくないと考えられる。そこで本稿では、8.87 に近い値である 10 を、 th_s の値として許容される最低値の目安の一つとした。

3 実験

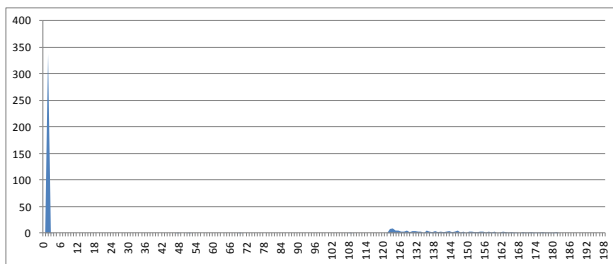
3.1 「エッジの強さ」のヒストグラム

図 1 に、グラデーション、イラスト、混合画像それぞれについてエッジ検出フィルタを通した「エッジの強さ」のヒストグラムを示す。図 1 に示されるように、グラデーションにおいてはエッジの強さが 124 の付近で、イラスト画像に

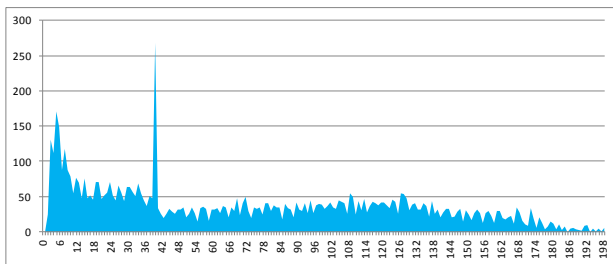
Edge Decision Method for Subtractive Color Process for Lossless Compression of Non-photographed Images

[†] Ayumu Akaoka, Yasuyuki Miura, Shigeyoshi Watanabe, Shonan Institute of Technology

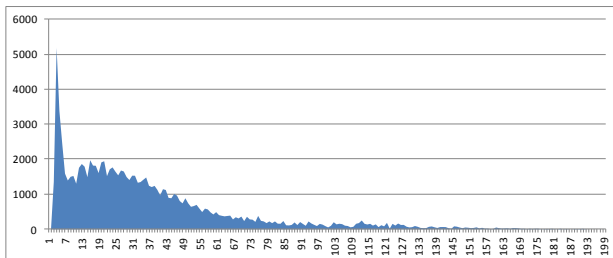
おいてはエッジの強さが 40 の付近で、それぞれローカルなピークを示しており、この辺りの値の付近が、 th_s を設定する上での一つの指標になると考えられる。混合画像においては明確なピークは示されなかったが、エッジの強さの値が概ね 60 以下に分布していることが分かるため、 th_s として 60 を超える大きな値を設定することは好ましくないと想像される。



a) グラデーション画像



b) イラスト画像



c) 写真+イラストの混合画像

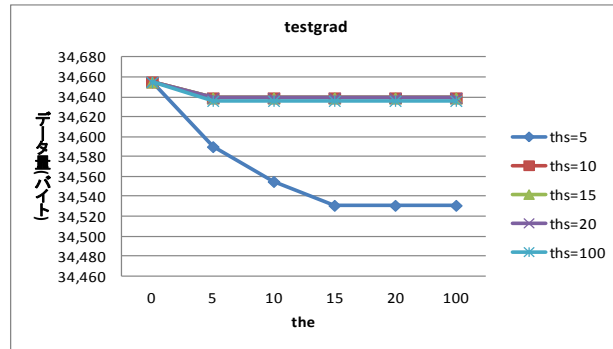
図1 「エッジの強さ」のヒストグラム

3.2 パラメータの違いによる圧縮データの変化
 グラデーション、イラスト、写真+イラストの3つの画像をそれぞれ減色する。パラメータはそれぞれ、 $th_e = \{0, 5, 10, 15, 20, 100\}$, $th_s = \{5, 10, 15, 20, 100\}$, $n_{max} = 40$ の中から決定する。各画像を圧縮し、データ量をグラフにまとめた。

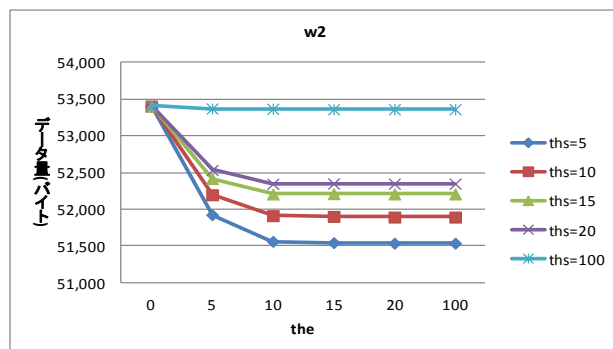
図2に圧縮したデータのサイズを示す。各画像とも、 $th_s = 10$ を超える値では、符号量の変化はさほど大きなものではないことが分かる。

4 まとめ

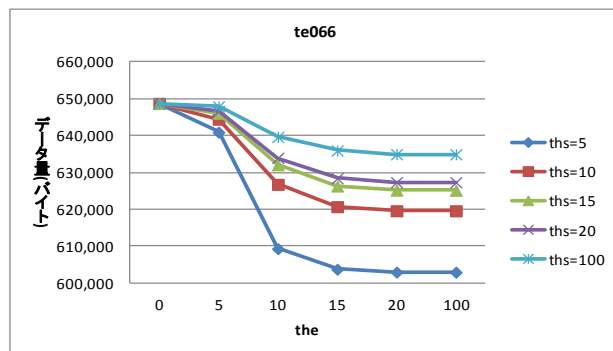
本稿では、改良エッジ検出法の閾値 th_s の設定に関する考察を進めた。その結果、 th_s の値は



a) グラデーション画像



b) イラスト画像



c) 写真+イラストの混合画像
 図2 圧縮データのサイズ

10 を下回るとは好ましくないものの、10 を上回る値については、符号量の変化はさほど大きなものではないことが分かった。今後は、適切な th_s の設定法に関する検討を進めてゆきたい。

参考文献

[1] J. F. Jarvis, C. N. Judice, and W. H. Ninke, "A Survey of Techniques for the Display of Continuous Tone Pictures on Bilevel Displays", Computer Graphics and Image Processing, 5, 13-40 (1976)
 [2] Yasuyuki Miura, Masato Suzuki, Ryo Morikawa, Shigeyoshi Watanabe, "Subtractive Color Process for Lossless Compression of Non-photographed Images", Proc. of International Conference on Image Processing, Computer Vision, & Pattern Recognition (ICCV'10), 2010.7.