

領域分割によるヒストグラムを用いたコントラスト補正 Image Contrast Enhancement using Histogram in Devided Reigion

岩浪 哲馬†
Tetsuma Iwanami

後藤 富朗†
Tomio Goto

平野 智†
Satoshi Hirano

桜井 優†
Masaru Sakurai

1. はじめに

近年、様々な分野において信号処理のデジタル化が進み、画像分野においてもデジタルデータによって画像や映像を扱うことが一般的である。デジタルカメラなどを用いて作られる画像のコントラストは逆光や機材の影響により、必ずしも良好なものが得られるとは限らない。そこで、そのような場合にはコントラスト補正処理を行い、コントラストを良好なものに変換することが望まれる。

従来のヒストグラムを用いたコントラスト補正手法には、局所的なコントラストの未改善や過度な強調による画像劣化、処理時間などの問題がある。本稿では領域を分割して処理を行うことで、処理時間の低減と局所的なコントラストの向上、さらに閾値処理を行うことで、過度な強調を改善する手法を提案する。

2. 従来のコントラスト補正手法

画像のコントラスト補正は、外部からパラメータを与えることなく補正処理を行える、補正処理の自動化が望ましい。これらの自動補正処理手法として、入力された画像全体のヒストグラムの分布率を用いたものがある [1], [2]。これらの手法では画像全体を 1 つのマッピングカーブで補正するため、局所的なコントラストは向上しない。そこで、局所的なコントラストを向上させるために、ヒストグラム均等化法を局所領域に適用した手法が検討されている [3]。この手法では局所的なコントラストが改善される反面、1 画素ごとに周辺のヒストグラム統計を取得するため処理時間が膨大となる。またコントラストが過度に強調されてしまい自然画像においては画像が劣化してしまう場合がある。

3. 提案法

提案法では、局所的ヒストグラム均等化法で問題とされていた処理時間を低減するために、画像をブロックごとに分けて処理を行う手法を検討する。これにより、処理を簡約化することができ、大幅な高速化が実現できる。このように、原画像をブロックごとに分けて処理を行う手法として、あらかじめマッピングカーブを設計しておき、領域ごとに選択して処理を行う手法が報告されている [4]。この手法は処理時間に重要性を置いており、高速に処理を行うことができる反面、各領域の平均濃度の情報だけで処理を行っているため、画像によってはコントラストが向上されない場合もある。また、参照するブロックの大きさが比較的小さく、隣接する領域によってマッピングカーブが著しく異なるものを用いるとブロックノイズが発生してしまう。そこで本稿では、それらの画像劣化を抑えるため、DRSHE

[2] と呼ばれるコントラスト補正法を局所領域に応用した手法を提案する。この手法は各領域のヒストグラムを用い、そのヒストグラム形状の特徴を保ったままヒストグラムを拡張する手法である。参照するブロックの大きさを文献 [4] の手法より大きくとることでブロックノイズをより広範囲へ拡散させると共に、局所的なコントラストの向上が期待できる。

提案法の概念図を図 1 に示す。まず、入力画像を $R \times R$ のブロックに分け、その領域のヒストグラムを求め、次に、求めたヒストグラムをさらに k 個の領域に分け、それぞれのヒストグラム統計 SSH_k を式 (1) より求める。

$$SSH_k = \sum_{j=S_k}^{S_{k+1}} h(X_j) \quad (1)$$

ここで S_k はダイナミックレンジを k で割った幅であり、 X_j は j 番目における濃度レベルであり、 $h(X_j)$ は X_j における画素数である。次に k 個の領域に分けられたヒストグラムが $R \times R$ の領域に占める割合 ARS_k を式 (2) より求める。

$$ARS_k = \frac{SSH_k}{R \times R} \quad (2)$$

そしてヒストグラム拡張幅を l として RGR_k を式 (3) より求める。

$$RGR_k = \{(MAX + l) - (MIN - l)\} \times ARS_k \quad (3)$$

ここで MAX , MIN は $R \times R$ の領域での最大値、最小値である。さらに、原画像の元の特徴を活かすために、 r と $ARGR_k$ を式 (4) より求める。

$$r = \frac{(MAX + l) - (MIN - l)}{k} \\ ARGR_k = RGR_k + \alpha \times (r - RGR_k) \quad (4)$$

ここで原画像特徴係数 α は 0 から 1 までの値をとる。そして、新しい濃度値を式 (5) より求める。

$$Y(n) = (x(n) - MIM - S_k) \times \frac{ARGR_0}{S_k} \\ + (MIM - l) + \sum_{i=0}^k ARGR_k \quad (5)$$

ここで $x(n)$ は入力画像の画素値であり、 $Y(n)$ は出力される画素値である。最後に、他のブロックに分けて処理を行う手法と同様に、隣接する 4 つの領域を用いて線形補間を行い最終値とする。以上の処理により、原画像のヒストグラム分布を考慮した局所的なコントラスト改善を行うことができる。

†名古屋工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

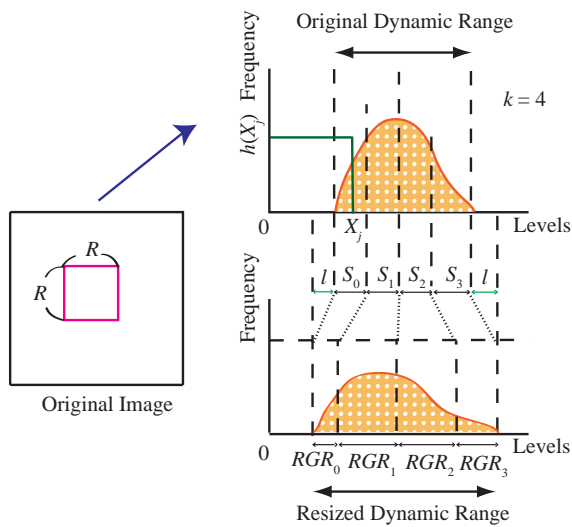


図 1: 提案法の概念図

4. 画像の画質改善

従来一般的なコントラスト補正手法では、背景などの低周波部分および、エッジなどの高周波部分に対して同じ強度のコントラスト強調を行う。これにより、局所的にコントラストを強調したくない部分（主に低周波部分）ではノイズが拡張され、画像劣化に繋がる。この画像劣化を抑えるために、エッジ部分のコントラスト強調が困難であった。この問題を解決するために、Sobel Filter を用いたブロックごとにコントラストの強調度を変える手法を提案する。

まず、原画像に Sobel Filter を用い、エッジ検出を行う。そして、このエッジ検出をした画像において、処理を行うブロックごとに濃度平均値 (ML) を計算し、この ML に対し閾値処理を行う。提案法において、コントラストの強調度の度合はヒストグラム拡張幅 l と原画像特徴係数 α で決まる。ここでヒストグラム拡張幅 l が大きければ、各ブロックにおいてダイナミックレンジを広くすることができ、強度なコントラスト強調が行える。また、原画像特徴係数 α が小さければ限られたダイナミックレンジで濃度分布を均等化処理に近付けた処理を行うため、こちらも強度なコントラスト強調を行うことができる。ここで各パラメータの値は様々な画像について処理を行い、経験的に求めた。

5. 実験結果

図 2(a) に示す 256 階調、512×384 画素の画像を原画像とし、文献 [4] の手法による処理結果を図 2(b) に、提案法により処理した結果を図 2(c) に示す。また、提案法において Sobel Filter による閾値処理を行った結果を図 2(d) に示す。ここで提案法では R を 64, k を 4 とし、表 1 に示すパラメータにて処理を行った。

図 2 より、提案法において閾値処理をしない手法では、強度な補正をかけることにより、被写体におけるコントラストは文献 [4] の手法よりさらにあがっている。しかしながら、同時に空の部分では強度な補正により画像劣化が生じている。一方、提案法において閾

値処理を行った画像では、被写体の部分に強度な補正をかけコントラストを向上させるのと同時に、背景部分での画像劣化を低減できていることが確認できる。

6. むすび

本稿では、画像を複数のブロックに分けて処理を行うことで処理の簡約化を図ると共に、各ブロック内のヒストグラム分布を考慮した手法を提案した。これにより、従来膨大な時間がかかっていた局所的ヒストグラム均等化法の処理時間を大幅に低減でき、かつ被写体の強度なコントラスト強調と、背景での過度な強調を抑えることに成功した。今後の課題としてパラメータの最適化の検討、さらなる処理の簡約化および画質向上が挙げられる。

表 1: 実験条件

閾値処理	濃度平均値 ML	l	α
あり	$ML < 1$	10	1
	$1 \leq ML < 3$	20	0.9
	$3 \leq ML < 5$	40	0.8
	$5 \leq ML < 10$	60	0.7
	$10 \leq ML$	100	0.5
なし	/		100 0.8

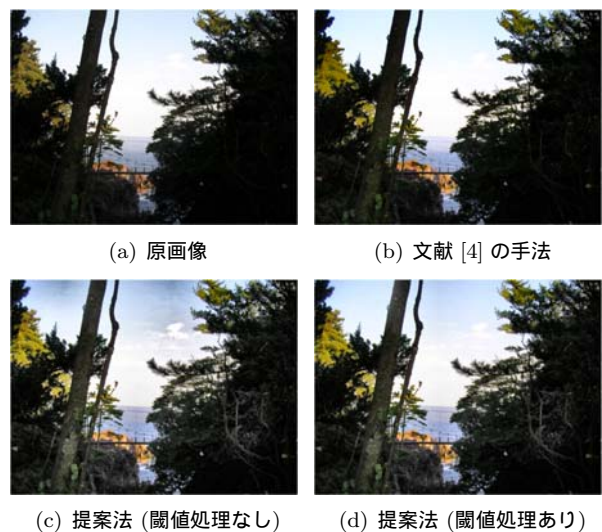


図 2: 原画像およびコントラスト補正画像

参考文献

[1] Fan-Chieh Cheng, Shanq-Jang Ruan : “Image Quality Analysis of a Novel Histogram Equalization Method for Image Contrast Enhancement”, IEICE TRANS.INF.&SYST., Vol.E93-D, No.7, pp.1773-1779, July 2010.
 [2] Gyu-Hee Park, Hwa-Hyun Cho, and Myung-Ryul Choi : “A Contrast Method using Dynamic Range Separate Histogram Equalization”, IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol.54, No.4, pp.1981-1987, Nov. 2008.
 [3] S.M. Pizer, E.P. Amburn, J.D. Austin et al. : “Adaptive histogram equalization and its variations”, Comput. Vision, Graphics & Image Process, 39, pp.355-368, Sept. 1987.
 [4] 小林直樹, 斉藤英雄, 中島真人 : “自然画像表示のための高速な局所的コントラスト強調”, 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol.77, No.3, pp.502-509, 1994.