

背景濃度に着目したロバストな簡易 2 値化法 Robust and Simple Binarization Technique Using background density

松島 寛尚† 山川 毅†† 山城 毅‡ 渡久地 實‡
Hirotaka Matsushima Tsuyoshi Yamakawa Tsuyoshi Yamashiro Minoru Toguchi

1. まえがき

2 値化は、画像認識の前処理として最も重要な要素であるが、デジタルカメラやビデオカメラなどにより悪い照明条件下で撮影された画像は、場所により濃度値が不均一となる。このような画像は、単一のしきい値では良好な 2 値画像が得られにくい。画像を小領域に分割し、それぞれの領域に応じてしきい値処理を行う、動的しきい値法が有効とされる。そこで、本手法では分割された小領域に対して、背景領域と思われる濃度値をパラメータとした簡単な一次式により 2 値化する手法を提案する。式が簡易であるため、分割による処理速度の遅延もなく、シェーディングのかかった文字画像に対してロバストに、良好な 2 値画像を得ることができた。

更に、視覚的な面や処理時間の面から他手法と比較評価を行うことで本手法の有効性を確認した。

2. 本手法の 2 値化アルゴリズム

2.1 しきい値

本手法によるしきい値式は、山川ら [1] が求めたしきい値式 (1) を用いる。

$$T h_R = \alpha \times k_g \quad (1)$$

ここで式 (1) における k_g は、処理対象となる文字画像 R の背景と思われる領域の濃度値より求め、256 階調での $\alpha = 0.87$, $\beta = 6.42$ とした。通常文字画像 R における文字比率は未知であるが、新聞紙や論文などにおける文字比率は 30% 以上になることはほとんどなく、本手法では背景部分の濃淡分布 P_R より明るい側から 55% にあたる濃度値の平均値を k_g とした。

2.2 画像の分割

照明条件が不均一なため、シェーディングのかかった文字画像の濃度ヒストグラムは、濃淡分布に広がりがある。このような画像では、文字領域と背景領域に重なりが出るため単一のしきい値では良好な 2 値画像は得られにくい。このような場合、画像を幾つかの小領域に分割すれば文字領域と背景領域が分離されるため、各領域においてしきい値を設定して 2 値化する。領域分割による処理時間の影響が憂慮されるが、本手法はしきい値の設定が簡易なため、画像を小領域に分割しても処理時間にほとんど変化は見られない。

2.3 処理手順

[1] シェーディングの状況に応じて画像を小領域に分割する。

[2] 各小領域のしきい値を独自のしきい値式 (1) によりそれぞれ設定する。

[3] 各小領域ごとに求めたしきい値によりしきい値面を定義し、このしきい値面と原画像の濃度差を比較し濃度差が正ならば白、負ならば黒にすることで 2 値化する。

3. 本手法の処理結果

シェーディングのかかった文字画像を本手法により 2 値化した結果を Fig. 1 に示す。原画像 (a) を x 座標 y 座標とも間隔 10 [pixel] で分割し、本手法により形成されたしきい値面が (c) である。更に原画像としきい値面との濃度差を比較して得られた処理画像が (d) である。濃度ヒストグラム (b) から分かるように照明が不均一であるにもかかわらず、本手法により分割された小領域それぞれに、独自のしきい値式により適切なしきい値面が設定され、良好な 2 値画像を得ることが確認された。

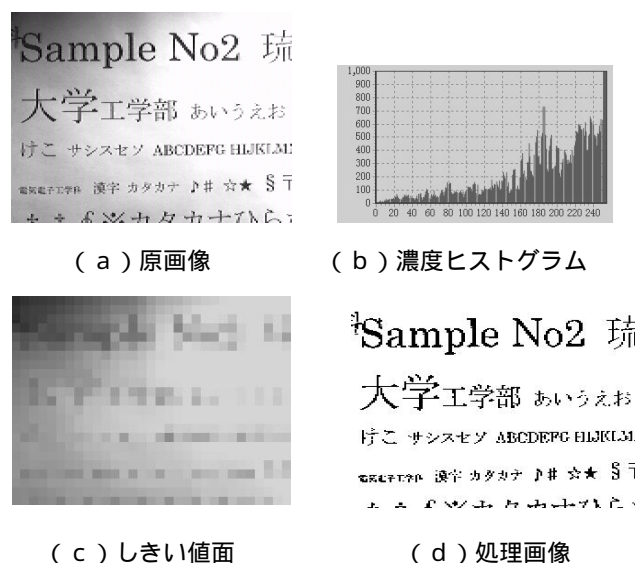


Fig. 1 本手法による 2 値化

4. 比較検討

4.1 他手法との比較

本研究では、今回、画像の中心部分が特に明るいシェーディングのかかった文字画像においても、本手法と他手法との比較評価を行った。

各手法によって 2 値化された結果を Fig. 2 に示す。原画像 (a) の濃度ヒストグラム (b) の背景領域が幅広くなっていることから照明条件の不均一さがわかる。ここでは、各手法とも原画像を同じ分割数で分割して 2 値化している。P-タイル法による処理 (c) は、特に画像中における暗い箇所においては潰れが生じている。判別分析法に

† 琉球大学大学院 理工学研究科 電気電子工学専攻

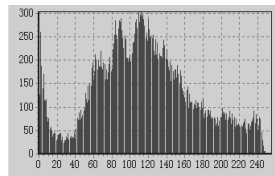
†† 琉球新報社

‡ 琉球大学工学部 電気電子工学科

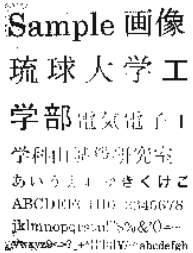
よる処理 (d) および Minimum Error 法による処理 (e) では、濃度ヒストグラムの双峰性が得られにくい分割領域においては濃れが生じている。微分ヒストグラム法による処理 (f) の場合には、画像上の暗い部分では忠実に 2 値化できるが、明るい部分では文字が掠れてしまう。逆にラプラシアンヒストグラム法による処理 (g) の場合には明るい部分では 2 値化は行えるが暗い部分では濃れが生じている。画像の背景の平均濃度からなるしきい値式により、各分割領域にしきい値を求める本手法 (h) では他手法に比較して良好な結果を得ることができる。



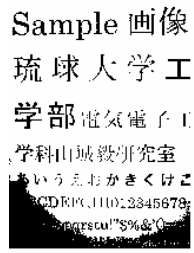
(a) 原画像



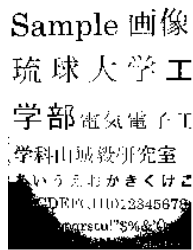
(b) 濃度ヒストグラム



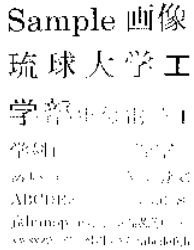
(c) P - タイル法



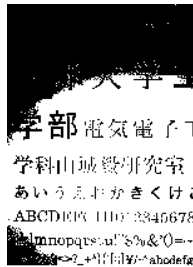
(d) 判別分析法



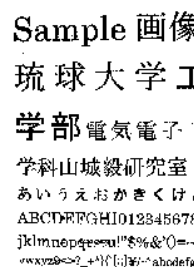
(e) Minimum Error 法



(f) 微分ヒストグラム法



(g) ラプラシアンヒストグラム法



(h) 本手法

Fig. 2 本手法と他手法による 2 値化

4.2 処理時間の比較

画像処理における 2 値化は、前処理として活用されるこ

とが多いので高速性を要求される。また、シェーディングのかかった文字画像の 2 値化は、動的しきい値処理が有効であるため、画像を分割する必要がある。そこで分割数を増加した場合の、本手法と他手法における処理時間の測定結果を Fig. 3 に示す。このとき処理の対象となった文字画像の大きさは 400 × 400 [pixels]、処理に用いたパソコンの CPU は 466 [MHz]、メモリは 192 [MB] である。Fig. 3 より、判別分析法、Minimum Error 法、ラプラシアンヒストグラム法は分割数が増加すると処理時間が長くなる。しかし、本手法は、しきい値が容易に選定でき、分割数が増加しても処理時間に大きな変動は見られない。

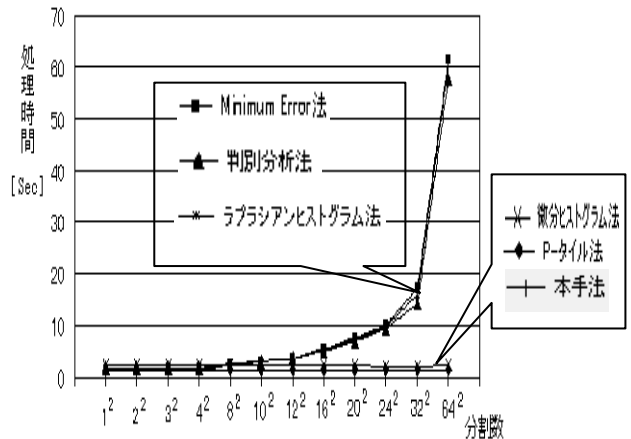


Fig. 3 画像の分割数による本手法と他手法の処理時間

5. まとめ

2 値化は、文字認識や形状認識の前処理として、以後の処理に多大な影響を及ぼすため、数多くのしきい値処理が提案されている。本研究ではしきい値式が簡易で処理速度も速く、撮影条件の悪い文字画像に対してもロバストに良好な 2 値画像が得られる手法を提案した。更に本手法の有効性を示すため、他手法との比較・検討を行ったが、画像の中心部分が特に明るいシェーディングのかかった文字画像においても本手法は他手法より良好な 2 値画像が得られることを確認した。

今後は、濃度分布形状による自動分割やしきい値式の他用途への応用について検討したい。

参考文献

[1] 山川 毅, 山城 毅, 渡久地 實: “シェーディングのかかった文字画像の 2 値化”, 2001 年電子情報通信学会情報・システムソサイエティ大会講演論文集, D - 11 - 83, pp.168, 2001.

[2] 松島 寛尚, 山川 毅, 山城 毅, 渡久地 實: “背景の濃淡分布に着目した簡易高速 2 値化法”, 電子情報通信学会 2003 年総合大会講演論文集, D - 11 - 92, 2003 - 3.

[3] 松島 寛尚, 山川 毅, 山城 毅, 渡久地 實: “背景濃度分布に着目した簡易高速 2 値化法”, 画像電子学会研究会予稿 02 - 07 - 27, pp.169 - M5, 2003 - 3.