

# 琉球大学学術リポジトリ

## 背景濃度に着目したロバストな簡易2値化法

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2007-08-23 キーワード (Ja): キーワード (En): binarization, threshold, shading 作成者: 松島, 寛尚, 山城, 毅, 渡久地, 實 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/1480">http://hdl.handle.net/20.500.12000/1480</a>

# 背景濃度に着目したロバストな簡易2値化法

松島 寛尚\* 山城 毅\*\* 渡久地 實\*\*

Robust and Simple Binarization Technique Using background density

Hiroataka MATSUSHIMA\* Tsuyoshi YAMASHIRO\*\* and Minoru TOGUCHI\*\*

## Abstract

Binarization is the most important preprocessing for image recognition. In general it is difficult to obtain the satisfactory binarization image with a single threshold, because the density of a image which was taken under the bad condition of lighting, is non-uniform. Therefore it is required that the image is divided into the small areas and each area must be set up to the different threshold. In this paper, the density of the background area is used to decide the threshold for the divided small area. The proposed technique is quite simple and we could obtain the improved binarization for the robust character image with the shading without the expense of processing speed. Moreover, we compared the proposed technique with other techniques and the result shows the validity of our technique.

**Key Words :** binarization, threshold, shading

## 1. まえがき

画像認識の前処理として、濃淡画像を白と黒の2値で表現した2値画像に変換することが多い。画像を2値化する場合、濃度値の基準より明るい暗いかで白あるいは黒にする。この濃度値の基準値をしきい値という。しきい値を決定するしきい値処理の代表的な手法としては、濃度ヒストグラムにおける濃度値の確率分布P%の点をしきい値とするP-タイル法 [1], 濃度ヒストグラムにおけるクラスの分離度を最大とする判別基準を用いた判別分析法 [2], 各クラスの分布の誤分類率を最小とする Minimum Error 法 [3] などがある。また、エッジの濃淡変化に着目した微分ヒストグラム法およびラプラシアンヒストグラム法 [4] などがあり、他にも多くのしきい値選定法 [5] ~ [16] が提案されている。

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ため、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 [11], [12]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、先に述べたP-タイル法, 判別分析法, Minimum Error 法, 微分ヒストグラム法, ラプラシアンヒストグラム法と視覚的な面や処理時間の面から比較評価を行うことで本手法の有効性を確認した。

## 2. 簡易2値化アルゴリズム

### 2.1 しきい値式

本手法によるしきい値式は、山川ら[9]が求めたしきい値式 (1) を用いる。

受理: 2003年6月23日

画像電子学会第200回記念研究会 in 沖縄 (2003年3月) にて発表

\* 大学院理工学研究科 電気電子工学専攻

(Graduate Student, Electrical and Electronic Eng.)

\*\* 電気電子工学科

(Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Fac. of Eng.)

$$Thr = \alpha \times kd - \beta \quad (1)$$

ここで式(1)における $kd$ は、処理対象となる文字画像 $R$ の背景部分の平均濃度値を用い、256階調では $\alpha = 0.87$ 、 $\beta = 6.42$ とした。通常実画像 $R$ 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(TABLE 1)本手法では背景部分の濃淡分布 $p_R$ の明るい側から55%にあたる濃度値の平均値を $kd$ とした。

TABLE 1 文字の比率

対象画像の種類	カメラと対象画像との距離[mm]	文字比率 [%]	対象画像の種類	カメラと対象画像との距離[mm]	文字比率 [%]
日本文字	150	21	新聞	150	24
	250	22		250	24
	350	21		350	25
	450	20		450	25
	550	24		550	25
英文文字	150	20	三線の楽譜	150	15
	250	19		250	15
	350	19		350	18
	450	18		450	17
	550	17		550	17
格子模様	150	21	ざら紙上の文字	150	22
	350	22		350	19

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(Fig.1)の濃度ヒストグラム(Fig.2)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、Fig.3のように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、動的しきい値法が有効である。本手法では、シェーディングの状況に応じて、画像を細分割し、動的しきい値法により2値化処理する。

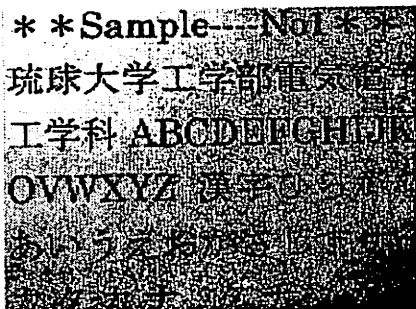


Fig. 1 シェーディングのかかった文字画像

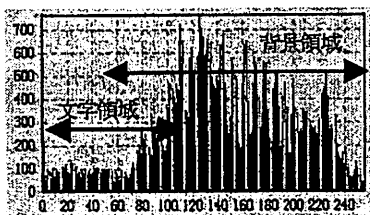


Fig. 2 濃度ヒストグラム

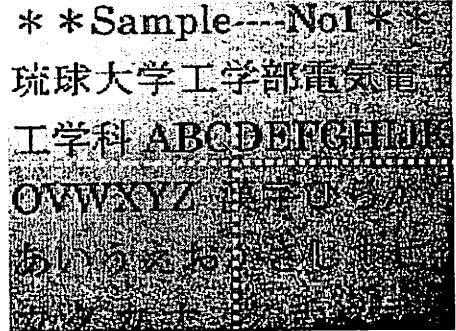
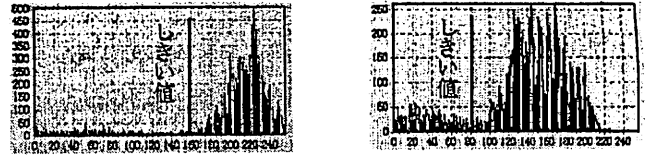


Fig. 3 動的しきい値法

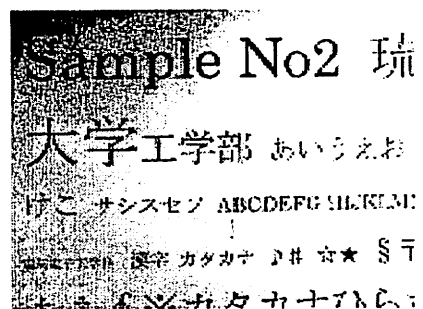
2.3 本手法の処理手順

- [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] 各小領域の濃度値がしきい値とする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。

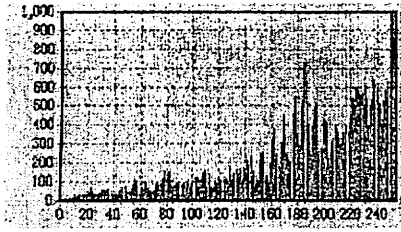
3. 本手法の処理結果

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. 4 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。

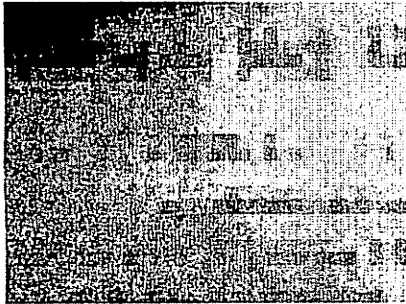
濃度ヒストグラム(b)から分かるように照明が不均一であるにもかかわらず、本手法により分割された小領域にそれぞれ、独自のしきい値式により適切なしきい値面が設定され、良好な2値画像を得ることが確認された。



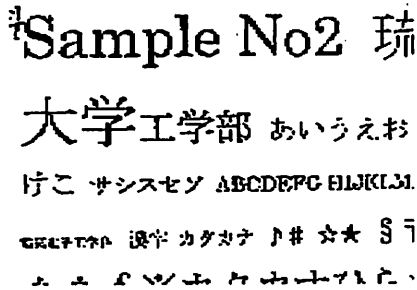
(a) 原画像



(b) 濃度ヒストグラム



(c) しきい値面



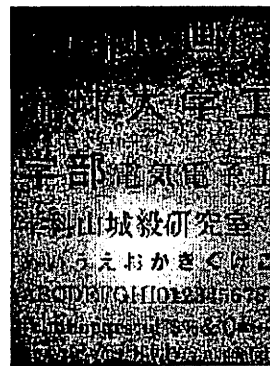
(d) 処理画像

Fig. 4 本手法による2値化

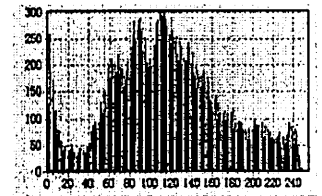
するようにしきい値を求める判別分析法による処理 (d) およびMinimum Error 法による処理 (e) では、濃度ヒストグラムの双峰性が得られる分割領域においては2値化できるが、濃度ヒストグラムの双峰性が得られにくい分割領域においては潰れが生じている。

また、濃度値の変化の大きいところが、対象物の輪郭であることを利用してしきい値を求める微分ヒストグラム法による処理 (f) およびラプラシアンヒストグラム法による処理 (g) では、微分ヒストグラム法による処理の場合には、多手法よりも低いしきい値が選定されるために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の場合には、ラプラシアンフィルタの性質により明るい部分では2値化は行えるが、暗い部分では潰れが生じて良好な結果が得られない。

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、画像の濃度ヒストグラムの双峰性は必要なく、他手法に比較して、いづれの画像でも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

#### 4. 比較検討

##### 4.1 他手法との比較

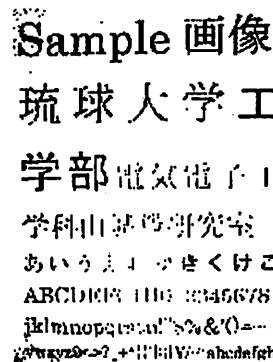
これまでにしきい値選定法による2値化の代表的なものとして、P-タイル法、判別分析法、Minimum Error 法、微分ヒストグラム法、ラプラシアンヒストグラム法などがある。本研究では、今回、画像の中心部分が特に明るいシェーディングのかかった文字画像においても、本手法と他手法との比較評価を行った。

各手法によって実際に2値化された結果を Fig. 5 および Fig. 6 に示す。ここでは、各手法とも原画像を同じ分割数で分割する動的しきい値処理により2値化している。

ここで、Fig. 5 の原画像 (a) は背景の濃淡分布が明るい画像、Fig. 6 の原画像 (a) は背景の濃淡分布が暗い画像であり、それぞれの濃度ヒストグラム (b) はシェーディングの影響で文字領域と背景領域の双峰性が見られない。

対象物の画素数が既知の場合に、その全画素数の割合を利用してしきい値を求めるP-タイル法による処理 (c) はシェーディングのかかった文字画像の場合には、画像を分割しても、必ずしも文字比率P%が最適なしきい値とはなり得にくいので、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。

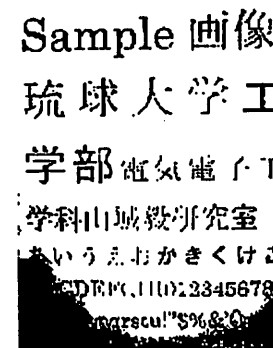
濃度ヒストグラムの対象物と背景のクラス分離を最適に



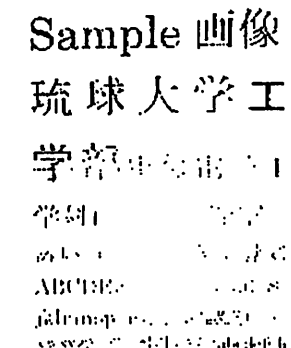
(c) P-タイル法



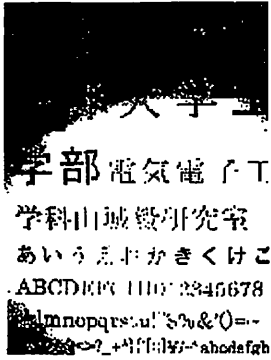
(d) 判別分析法



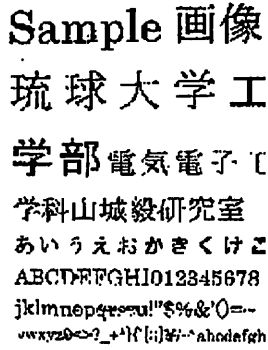
(e) Minimum Error 法



(f) 微分ヒストグラム法



(g) ラプラシアン  
ヒストグラム法

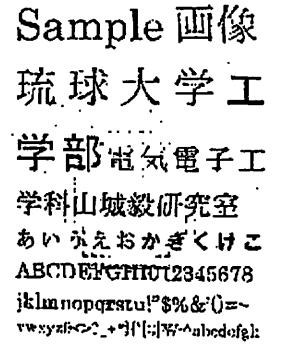


(h) 本手法

Fig. 5 背景の濃淡分布が明るい画像に対する6手法の結果



(g) ラプラシアン  
ヒストグラム法



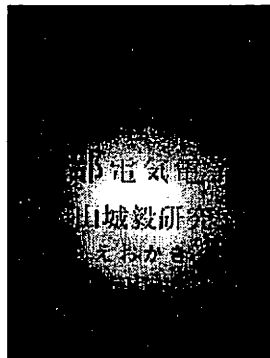
(h) 本手法

Fig. 6 背景の濃淡分布が暗い画像に対する6手法の結果

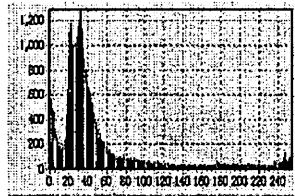
4.2 処理時間の比較について

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、P-タイル法、判別分析法、Minimum Error法、微分ヒストグラム法、ラプラシアンヒストグラム法および本手法における処理時間の測定結果をFig. 7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。

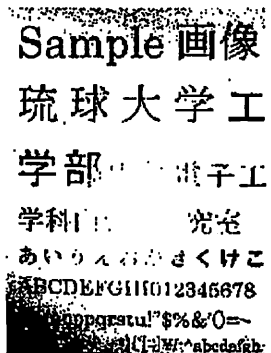
Fig. 7より、判別分析法やMinimum Error法は、分割数が増加すると処理時間が長くなる。これは判別分析法は最大の分散間を、Minimum Error法は最小の誤分類率を求める際に、しきい値を選定するための式が複雑になることによる。しかし、本手法は、しきい値が容易に選定でき、分割数が増加しても処理時間の大きな変動は見られない。この結果から、本手法はシェーディングのかかった文字画像に対しても、高速に2値化処理ができることがわかる。



(a) 原画像



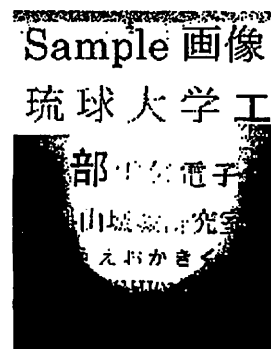
(b) 濃度ヒストグラム



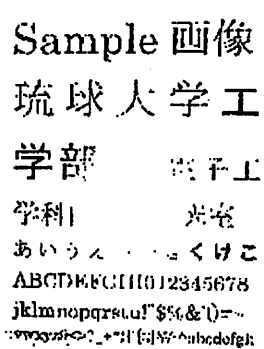
(c) P-タイル法



(d) 判別分析法



(e) Minimum Error法



(f) 微分ヒストグラム法

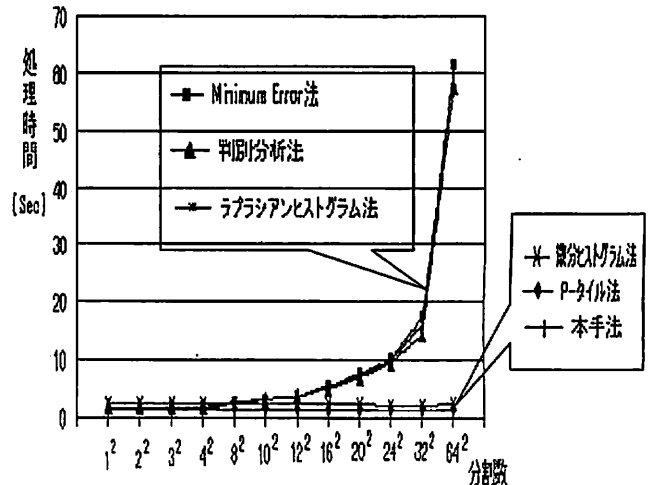


Fig. 7 画像の分割数と6手法の処理時間

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。それゆえ、2値化をする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、シェーディングのかかった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。本手法においては、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。また、画像のシェーディングの状態に応じて、画像を分割し、動的にしきい値を割り当てたが、しきい値式が簡易であるので、分割数を多くしても処理速度の遅延はない。

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。

謝 辞

本研究に際し、貴重な御助言を頂いた琉球大学工学部島袋勝彦助教授に深く感謝申し上げます。

参考文献

[1] 鳥嶋 純一郎:“画像理解のためのデジタル画像処理(1)”, 株式会社昭晃堂, pp.135-139,1988.  
 [2] 大津展之:“判別および最小2乗基準に基づく自動しきい値選定法”,電子情報通信学会論文誌,Vol.J63-D,No.4,pp.349-356,1980.

[3] Kittler J, and Illingworth j.: “Minimum Error Thresholding”, Pattern Recognition 19,1,pp.41-47,1986.  
 [4] 尾上 守夫 “画像解析ハンドブック”, 株式会社昭晃堂, pp.273-276,1987.  
 [5] 笹川,黒田,池端:“平均隣接数に着目したしきい値決定法”,電子情報通信学会論文誌,Vol. J 73-D-II,No.3,pp.360-366,1990.  
 [6] 谷口,河口: “二値画像の複雑さと多値画像のしきい値処理に関する考察”,電子情報通信学会論文誌,Vol.J70-D,No.1,pp.164-174,1987.  
 [7] 長嶺 銀河,山城 毅,安富祖 忠信: “CCDカメラで取り込んだ文字画像の2値化に関する研究”,信学技法,EID97-13,pp.7-12,1997-06.  
 [8] 除川 幸子,山城 毅,渡久地 實: “シェーディングのある文字画像の二値化に関する研究”,平成10年度電気関係学会九州支部連合大会講演論文集,No.433,pp.213,1998.  
 [9] 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二値化”,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.  
 [10] 山川 毅,山城 毅, 渡久地 實: “一次式による文字画像の高速2値化法”,2002年情報科学技術フォーラム(FIT)講演論文集, J-20,2002.  
 [11] C.K. Chow and T.Kaneko: “Automatic boundary detection of the left benticle from cinegrams” Computer and Biomedical Res., Vol.5,pp.863-873 May,1988.  
 [12] 塩 昭夫: “情景中文字の検出のための動的2値化処理法”,電子情報通信学会論文誌 Vol.J71-D,No.5,pp.863-873 1988.  
 [13] 斎藤 文彦: “最頻度エッジ画素に着目した2値化しきい値選定法”画像電子学会誌, 第31巻 第3号,2002.  
 [14] 鳥岩瀬 後藤: “最小値フィルタを利用した2値化のしきい値選定法”電子情報通信学会論文誌 Vol.J72-D-II,No.11,pp.1800-1806,1989.  
 [15] 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  
 [16] 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.