

# 琉球大学学術リポジトリ

## シェーディングのかかった文字画像の二値化

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, CCD camera 作成者: 山川, 毅, 山城, 毅, 渡久地, 實, Yamakawa, Tsuyoshi, Yamashiro, Tsuyoshi, Toguchi, Minoru メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/1478">http://hdl.handle.net/20.500.12000/1478</a>

## シェーディングのかかった文字画像の二値化

山川 毅\* 山城 毅\*\* 渡久地 實\*\*

## Binarization Method for Character Image with Shading

Tsuyoshi YAMAKAWA\* Tsuyoshi YAMASHIRO\*\* and Minoru TOGUCHI\*\*

## Abstract

Binarization of character image is very important preprocessing for automatic recognition of characters or signs. As for the image that was shot with a CCD camera, a shadow results due to lighting unevenness. To decrease the influence of the shadow, we divided the character image in some small area automatically due to its lighting unevenness. Each small area was set up in different threshold individually. The linear functions were used to set up the threshold easily. We improved the linear functions, and could obtain the better binarized image. We also compared our research with other methodology called the p-tile method, and our method showed more effective for binarization.

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

## 1. まえがき

最近のハードウェア技術はめざましく、特にハードウェアの小型化は並列処理を可能とし、時間や記憶容量の問題で従来は不可能であった大容量かつ高速な画像処理が可能となった。また我々の日常生活においてはスキャナ、デジタルカメラ、ビデオカメラなどといった手軽で簡単に扱えるデジタル商品が増えたことに伴い、コンピュータを用いた画像処理がますます盛んになっている。画像処理といってもその用途や目的によって様々な手法があるが、その中の二値化は、画像内から処理の対象を形として抽出するための最も基本的な手法である。二値化とは対象画像のあるしきい値により0と1の二値に変換する操作であるが、このとき問題となるのが二値化するためのしきい値の決定であり、これまで良質な二値画像を得るために様々な手法が提案されている [1]~[12]。

通常、画像のデータには照明ムラなどによりシェーディングといった濃淡レベル変動が存在するために固定しきい値では対応しきれない。そこで有効な方法として動的しきい値処理があり、画像ごとにしきい値を自動決定する必要がある。その方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 [4]、濃度値の確率密度関数の谷(極小点)に対する濃度値をしきい値とするモード法 [1]、対象物の輪郭付近の濃淡の変化に着目しているラプラシアンヒストグラム法および微分ヒストグラム法 [1]、濃度ヒストグラムのクラス分離度を

最大とする判別規準を用いた大津の方法 [5]、得られた二値画像についての複雑さを尺度とした最小複雑二値化法 [6]、二値化したときの連結成分のまとまりの良さを尺度とした平均隣接によるしきい値決定法 [7] などがある。しかしこれら提案されている手法は手続きの複雑さとそれに伴って膨大な計算量を必要とするものや、手法としては単純ではあるが、良質な二値画像が得られていないものがある。本研究では文字画像の大部分をしめる白領域の明るさに着目し、扱いを簡単にする二値化法について検討した。

シェーディングのかかった文字画像は、シェーディングによる影響で単一しきい値では良好な二値画像は得られないためシェーディングに応じた分割を行う必要がある。分割は画像の外枠の濃度差に着目し、濃度差の大小により画像を小領域に分割した。このようにして分割した各領域にしきい値を設定を行ない、二値化した。これによりほとんど良質な処理結果を得ることはできるが、文字と背景との間の濃度差が少ない暗い画像に対しては良い結果が得られにくい傾向があった。そこでしきい値式を見直すためにある条件のもとでサンプル画像の二値化を実験的にを行い、最適なしきい値と背景の平均濃度との相関関係を得た。これらの相関関係によりしきい値式を改良したことで上記の問題を解決した。

## 2. シェーディングの影響

通常、自然照明の条件下で得られた文字画像 Fig.1 の濃度ヒストグラムは Fig.2 のようになり、濃淡分布に広がりやが少なく、文字部分と背景部分との濃淡分布の山がはっきり分けられるために、文字部分と背景部分との間に単一しきい値を設定することで二値化が容易に行える。シェーディングとは、照明ムラにより画像上に濃度差が生じ明るさが一様でない状態のことである。Fig.3 にシェーディングのかかった文字画像およびその濃度ヒストグラムを Fig.4 に

受理: 2001年12月10日

電子情報通信学会 2001年情報・システムソサイエティ大会にて発表。

\* 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.)

示す。Fig.4のような濃度ヒストグラムの濃淡分布に広がりがあるFig.3の画像は、シェーディングのかかり具合がきついことを示している。このような画像を単一しきい値で二値化を行うとFig.5のようなツブレやカスレ出て良い結果は得られない。このような問題を解決するために本稿では画像を分割し、分割した各領域ごとにしきい値を設定することにした。

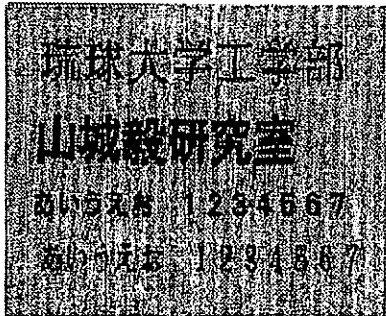


Fig. 1. 自然照明で撮影した画像

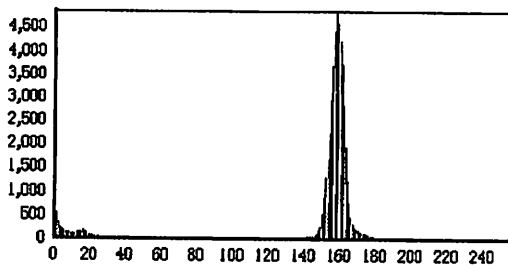


Fig. 2. 自然照明での濃度ヒストグラム

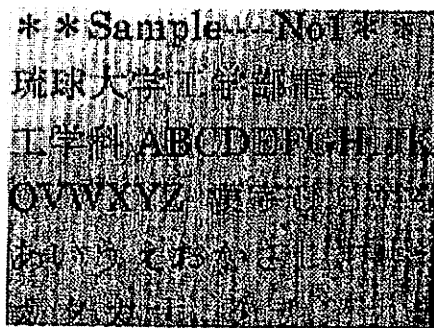


Fig. 3. シェーディングのかかった文字画像

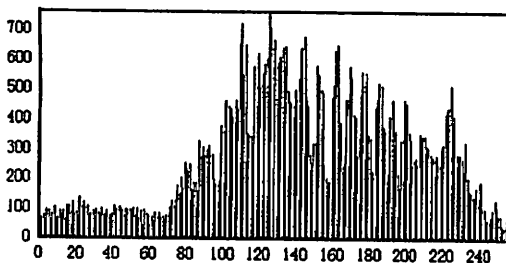


Fig. 4. 濃度ヒストグラム

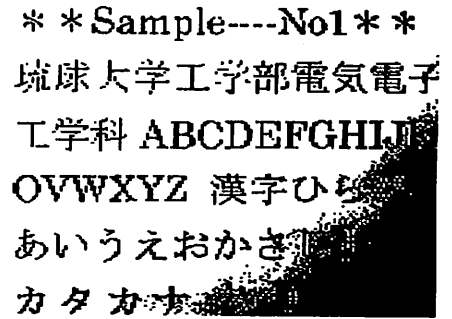


Fig. 5. 単一しきい値による二値化

### 3. 画像の分割

シェーディングのかかった文字画像を二値化するためには、明るさが様でない画像を幾つかの小領域に分割し、Fig.6のように明るい領域、暗い領域それぞれに応じたしきい値を設定する。Fig.6を分割し各々の小領域で濃度ヒストグラムを見ると背景部分と思われる濃淡分布の広がりが狭くなり、Fig.4の濃度ヒストグラムと比較しても文字部分と背景部分との濃度差がはっきりしている。このことから更に細かく画像を分割を行なうと、より文字部分と背景部分が分割されることが予想される。Fig.7は2×2分割による二値化であるが、Fig.5の単一しきい値による二値化よりも処理結果が改善されていることがわかる。

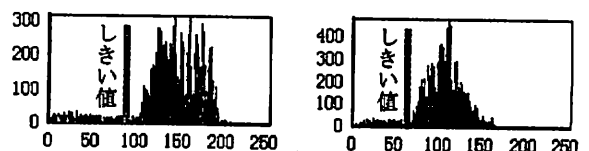
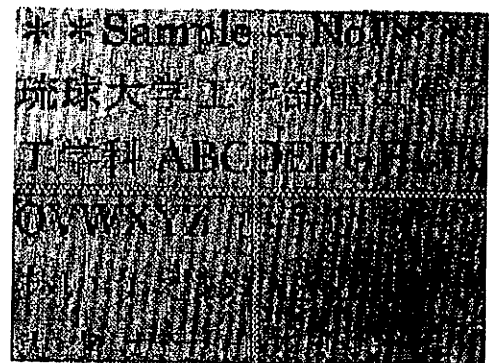
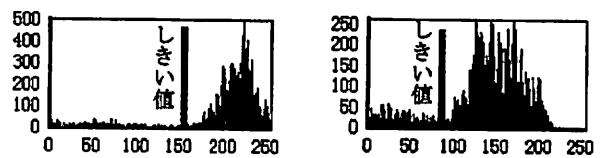


Fig. 6. 分割した各領域の濃度ヒストグラム

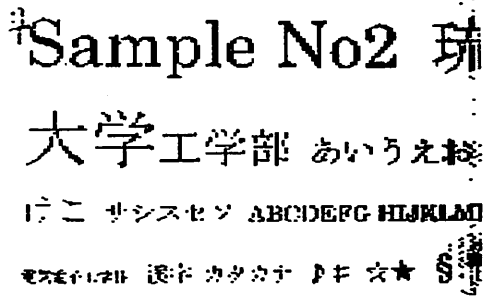


Fig. 7. 2 × 2 分割による二値化

### 3.1 自動分割法

画像を分割する場合には、その画像のシェーディングに応じた自動分割数が望ましい。シェーディングのかかった文字画像は画像上の至るところで濃度差が生じており、その濃度差は画像の外枠にも存在する。このことから画像の外枠の濃度差を用いて画像を分割することにした。

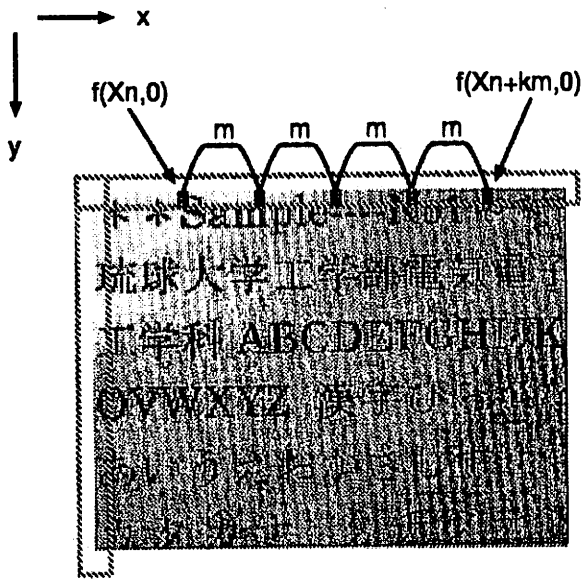


Fig. 8. 自動分割法

まず、Fig.8のように  $y = 0$  における  $x$  座標上の濃度差  $M$  を一定間隔  $m$  ごとに式 (1) より求める。

$$|f(x_{n+km}, 0) - f(x_n, 0)| = M \quad (1)$$

$k$  を  $1, 2, \dots$  と増やしていき、濃度差  $M$  がある任意に決めた濃度値よりも大きくなった点を、シェーディングによる明暗の差が大として分割点となる。同様に  $x = 0$  における  $y$  座標上の分割点を求め、得られた分割点を起点として画像を小領域に分割する。

実際に画像を分割する際には経験的に求めた結果から間隔  $m = 10$  画素、濃度差  $M = 10$  としている。また、この方法による画像の自動分割は、背景部分の濃度差が小さ

い画像に対しては細かく分割することなく二値化が行えるので処理時間の短縮にもつながる。

### 4. しきい値の設定

しきい値の決定は、長嶺ら [10] が求めたしきい値式

$$Th = 1.05 \times k_d - 37.53 \quad (2)$$

を用いる。

ここで、式 (2) における  $k_d$  の決定には、分割した各領域の平均濃度を用いる。一般に文字画像の文字比率 (Table.1) を求めると約 80 % は背景部分で、残りの約 20 % が文字部分とされているため、平均濃度  $k_d$  を求める際には文字部分と思われる画素分の濃度はカットし、残りの背景部分と思われる画素分の濃度により求める。

このようにしてしきい値式から求めたしきい値は、しきい値濃度として分割した画像領域の背景としてしきい値面と定義する。このしきい値面と原画像の濃度差を比較し、その濃度差が正ならば黒、負ならば白にすることで二値化している。

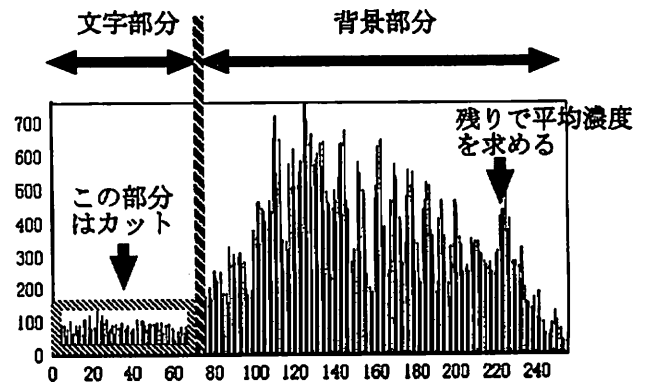


Fig. 9. 平均濃度  $k_d$

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]	文字の比率 [%]
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	16
	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

### 5. 処理結果

本手法による処理結果を以下に示す。原画像 Fig.10 を自動分割し、しきい値式から得られたしきい値面が Fig.11

となる。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結果が Fig.12 となる。

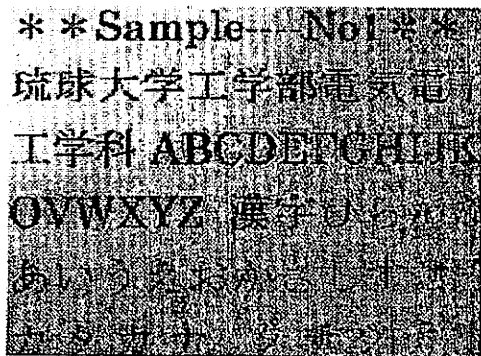


Fig. 10. 原画像

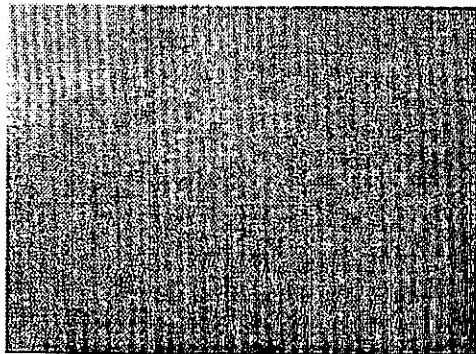


Fig. 11. しきい値面

Sample No1  
琉球大学工学部電気電子  
工学科 ABCDEFGHIJK  
OVWXYZ 漢字 ひらがな  
あいうえおかさしすせそ  
カタカナ タチツテト

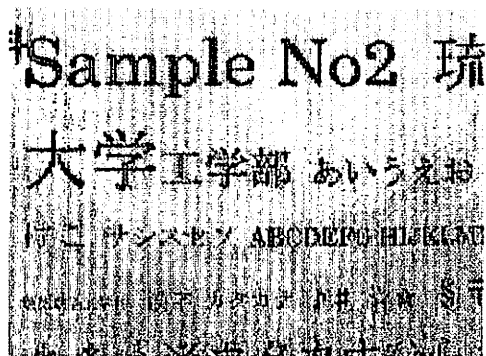
Fig. 12. 本手法による二値化

6. p-タイル法との比較

本手法による二値化の有効性を示すために今回はp-タイル法との比較を行った。p-タイル法とは濃度ヒストグラムにおける濃度値の確率分布p%の点をしきい値として二値化する手法である。実際にこの手法を用いる場合にも

あらかじめ画像を分割して用いている。原画像 Fig.13(a) に対して、本手法による処理結果が Fig.13(b), p-タイル法による処理結果が Fig.13(c) となる。

シェーディングのかかった文字画像の場合、文字比率がわかっていたとしてもシェーディングによる影響から必ずしもその文字比率が最適なしきい値になるとは限らない。また原画像 Fig.13(a) のような文字の大きさが異なる文字画像では分割した領域ごとに文字比率がことなるので、p-タイル法による二値化は Fig.13(c) のような雑音を残す結果になりやすい。よって本手法による二値化がp-タイル法による二値化よりもより良い結果が得られている。



(a) 原画像

Sample No2 琉  
球大学工学部 あいうえお  
けこ サシスセソ ABCDEFG HIJKLM  
電気電子工学部 漢字 カタカナ ト# ☆★ §〒  
あ + の W J K M N P Q R S T U V

(b) 本手法による処理結果

Sample No2 琉  
球大学工学部 あいうえお  
けこ サシスセソ ABCDEFG HIJKLM  
電気電子工学部 漢字 カタカナ ト# ☆★ §〒  
あ + の W J K M N P Q R S T U V

(c) p-タイル法による処理結果

Fig. 13. p-タイル法による処理結果

7. しきい値式の改良

長嶺らが求めたしきい値式(2)による二値化は、処理結果およびp-タイル法との比較から良い結果が得られている。しかし、背景と文字との間の濃度差が少ない暗い画像 Fig.15(a) に対する二値化では Fig.15(b) のようにに文字が抜れてしまう。これはしきい値面を決定する際のしきい値式に問題があると思われるので、しきい値式を再度検討することにした。

新たなしきい値式を検討するために、画像の背景の濃淡分布がなるべく均一になっている画像を単一のしきい値で二値化する。このとき二値化された処理結果を視覚的な判断および、あらかじめ原画像から求めていた黒画素の比率と処理結果の黒画素の比率による比較の判断から最適なしきい値を決定する。これを様々な背景濃度パターンについてそれぞれ最的なしきい値を測定した。測定結果が Fig.14 となり、新たなしきい値式として式(3)が得られた。

$$Th = 0.87 \times k_d - 6.42 \quad (3)$$

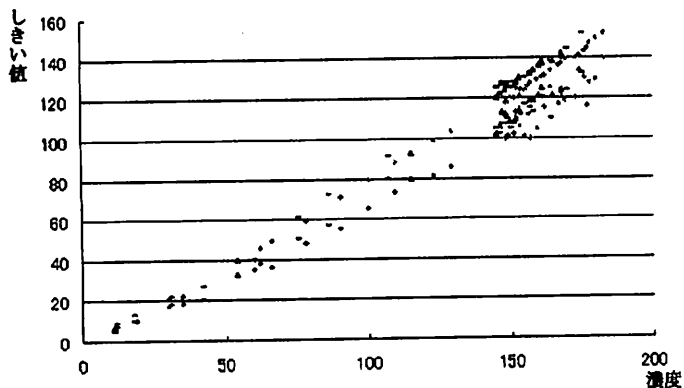
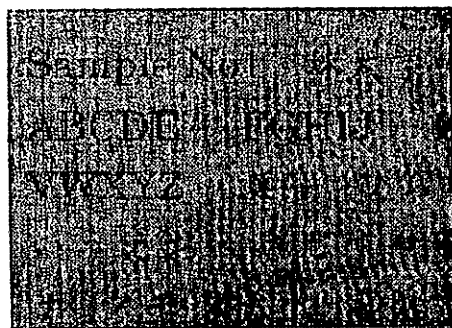


Fig. 14. しきい値の測定結果

8. 新たなしきい値式を用いた処理結果

まず、背景の濃淡分布が暗い画像 Fig.15(a) を従来用いていたしきい値式で処理した結果が Fig.15(b) で、今回新たに得られたしきい値式で処理した結果は Fig.15(c) である。この Fig.15(b) と Fig.15(c) を見てもわかるように、Fig.15(c) には細かい雑音はあるが Fig.15(b) よりもはっきりと文字を出力させていることがわかる。一方、背景の濃淡分布が明るい原画像 Fig.16(a) を従来用いていたしきい値式で処理した結果が Fig.16(b) で、今回新たに得られたしきい値式による処理結果は Fig.16(c) となる。この場合は処理結果を比較してもさほど差がないことがいえる。これらのことから、今回得られた新たなしきい値式は濃淡分布の明るい画像と暗い画像に十分対応できるその有効性が示された。



(a) 暗い原画像

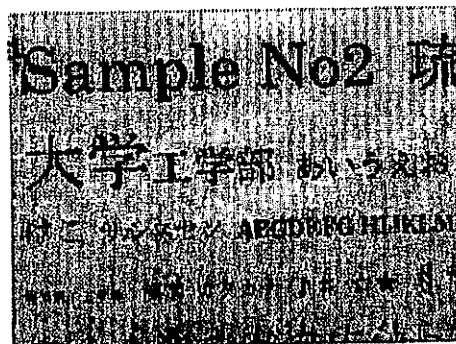
Sample No1 球大学  
 ABCDE FGHIJ K  
 VWXYZ 漢字 ひら  
 いうえお さしすせそ  
 ナ タチツテト 電気

(b) 長嶺らのしきい値式による処理結果

Sample No1 球大学  
 ABCDE FGHIJ K  
 VWXYZ 漢字 ひら  
 いうえお さしすせそ  
 ナ タチツテト 電気

(c) 新たなしきい値式による処理結果

Fig. 15. 暗い画像での比較



(a) 明るい原画像

# Sample No2 珙

大学工学部 あいうえお

けこ さしすへん ABCDEFG HIJKLM

電子工学部 漢字 カタカナ ト# ☆★ \$ %

上 中 下 左 右 前 後 内 外

(b) 長嶺らのしきい値式による処理結果

# Sample No2 珙

大学工学部 あいうえお

けこ さしすへん ABCDEFG HIJKLM

電子工学部 漢字 カタカナ ト# ☆★ \$ %

上 中 下 左 右 前 後 内 外

(c) 新たなしきい値式による処理結果

Fig. 16. 明るい画像での比較

## 9. まとめ

シェーディングのかかった文字画像は、シェーディングによる影響から単一しきい値では良好な二値画像は得られない。そこで画像を分割し、分割した各領域に独自のしきい値式を用いてしきい値を設定して二値化した。しきい値式による処理結果と  $p$ -タイル法による処理結果を比較を行い、その有効性を示した。

しかし、長嶺らの求めたしきい値式では暗い画像に対しては良い結果が得られない傾向があったので、データを再検討し、新たなしきい値式を求めることで本手法による二値化を改善した。

今後は、文献 [1]~[7] の手法と本手法による二値化の比較評価、今回は自動分割における間隔  $m$  は経験的に求めた値を用いているが、この間隔  $m$  もその画像に応じて求めることで完全に自動化すること、また更に良好な二値画像を得るためにしきい値面の改良などがあげられる。

## 参考文献

- [1] 高木 幹男, 下田 陽久: “画像解析ハンドブック”, 東京大学出版会, 1991.
- [2] 安居院 猛, 中嶋 正之: “画像情報処理”, 森北出版株式会社, 2000.
- [3] 鳥脇 純一郎: “画像理解のためのデジタル画像処理 (I)”, 株式会社昭晃堂, 1988.
- [4] 外山 直子, 伊藤 正安: “輝度分布の形状を利用した図面の二値化手法”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J74-D-II, No.5, pp.648-654, 1991.
- [5] 大津 展之: “判別および最小 2 乗規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.
- [6] 谷口 倫一郎, 河口 英二: “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] 笹川 耕一, 黒田 伸一, 池端 重樹: “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.J73-D-II, No.3, pp.360-366, 1990.
- [8] 尾崎 誠, 三藤 雅俊, 小林 富士夫, 尾関 孝史: “道路中心線を利用した市街地地図の道路網抽出”, 画像電子学会誌, 第 30 巻, 第 3 号, pp.242-249, 2001.
- [9] 大山 航, 若林 哲史, 木村 文隆, 鶴岡 信治, 関岡 清次: “2 重しきい値法を用いた超音波診断層からの心内膜輪郭線抽出とその信頼性の検討”, 電気学会論文誌, Vol.121-C, No.9, 1448-1456, 2001.
- [10] 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二値化に関する研究”, 琉球大学工学部紀要, 第 54 号, 1997, pp.67-72.
- [11] 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”, 琉球大学工学部紀要, 57 号, pp.41-45, 1999.
- [12] 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.