

ドット文字認識における最適2値化方法

5W-1

別所 吾朗 立川 道義 佐藤 元
(株)リコー 中央研究所

1. はじめに

一般にOCRで処理される画像は2値画像であるが、認識のためには文字中の線分のかすれ、線分間のつぶれがないなど品質の良い画像が要求される。

一般的な2値化の手法としては、モード法⁽¹⁾、微分ヒストグラム法⁽²⁾、p-タイル法⁽³⁾、判別分析法⁽⁴⁾などが考えられている。しかし、これらは特にOCRのための最良の閾値を求めることを目的としているわけではなく、比較的品質の良い画像を対象としたものもある。ワイヤー・ドット・プリンターで印字された文字(ドット文字)は、インクリボンの状態によって原稿濃度が増減し、閾値が少し違えば認識率が急激に低下するという傾向があり、これらの方法ではあまり効果的ではない。

しかし、近年の急速なワープロの普及に伴い、このようなドット文字に対しても認識率を向上させることが欠かせなくなってきた。そこで本稿では、特にドット文字に対しての2値化方法について述べる。

2. 本方式の原理

ここでは、原稿をスキャナーによって16階調に量子化された濃淡画像として読み取ったものを2値化する場合について考える。本方式は、以下に述べる正規化累積値の濃度レベルに対する変化率(傾き)が原稿の濃淡に依存していることを利用したものである。

2.1 正規化累積値

まず、それぞれの濃度レベルごとの画素数を計算し、画素ヒストグラムを形成する(図1)。次に、濃い方のレベルから画素数を順に累積していく。この画素の累積をレベル1まで行なう(図2)。レベル1までの累積値に対する、各レベルでの累積値の割合を求めこれを正規化累積値と呼ぶことにする。レベル0まで行なわないのは、文書画像では白地部分によるレベル0の画素が圧倒的に多く、全ての画素を同一と見なして閾値を決定すると、同一の濃度

で書かれた原稿でも白地部分の多少によって閾値が変化してしまうからである。正規化累積値というのは、最もつぶれた文字に対するそのレベルでの文字のかすれ具合を表すことになる。

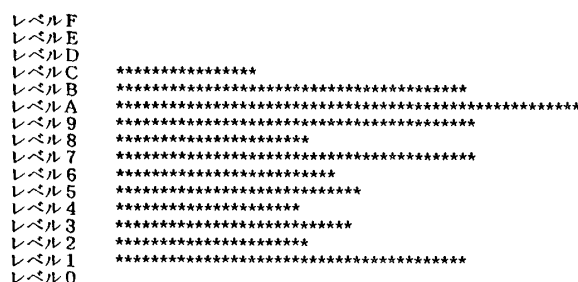


図1: 画素ヒストグラムの例

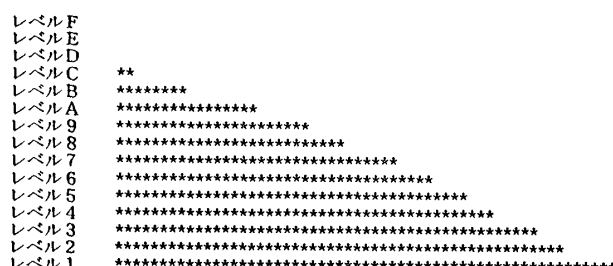


図2: 画素累積ヒストグラムの例

2.2 正規化累積値の濃度レベルに対する変化率

正規化累積値と濃度レベルとの関係は図3のようになっている。図3において濃度レベル1から7までのプロットがほぼ直線になっていると考えられるので、この7つの点を用いて最小二乗法により回帰直線を求めると、原稿の濃度が薄いほど直線の傾きが急になっていることがわかる。この傾きと原稿の認識率が最高になる閾値との相関は図4のようになり、傾きをG、認識率が最高になる閾値をLとすると近似式は次式のようなになる。

$$L = 9.96 \log G - 1.59$$

(相関係数は0.977)

この関係により、原稿の正規化累積値の濃度レベルに対する変化率を求めれば最適な閾値が求まることになる。

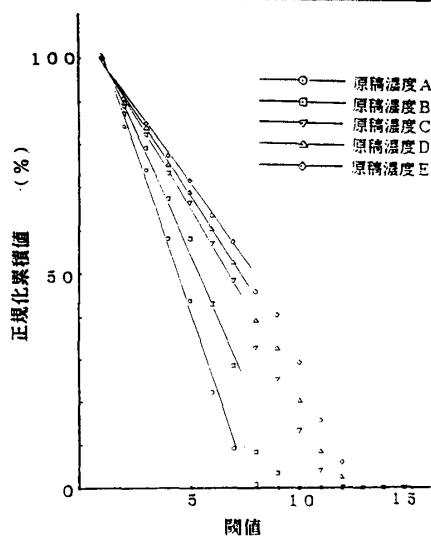


図3：正規化累積値と閾値の関係

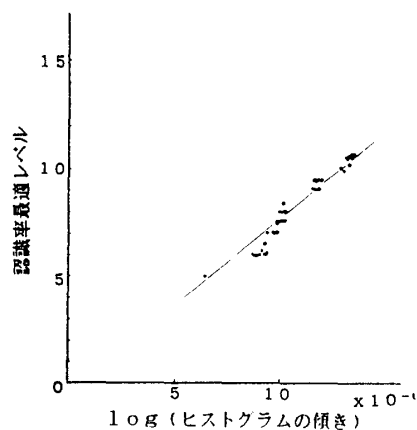


図4：傾きと最適レベルの相関

3. 実験方法

本方式を用いて、様々な原稿の2値化の閾値を求める実験を行なった。

原稿としては、濃淡5種、原稿サンプル12種の計60種類を用いた。文字は、平仮名6、英字6、数字4、漢字29文字の45文字をJIS漢字コード表よりランダムに選び、一枚の原稿に100文字を印字したものをを用いた。原稿の濃度としては、インクリボンの新旧、印字強度によって、淡い順にAからEまでの5段階のものをを用いた。

各原稿は、あらかじめ閾値を変えてOCRで認識させ、最も認識率の高いレベルを求めておき、そのレベルを最適レベルと呼ぶことにする。

本方式によって得られた閾値が、最適レベルに決定できた割合を最適レベル決定率と定義し、最適レベルの±1のレベル範囲内におさまった割合のことを±1レベル許容と定義した。

4. 実験結果

表1に実験の結果を濃度別に示した。

表1： 実験結果

原稿	最適レベル決定率(%)	±1レベル許容(%)
A	92	100
B	100	100
C	100	100
D	100	100
E	83	100
計	97	100

ほとんどの原稿に対しては、最も認識率の高い閾値を求められたことになる。また、認識率が急激に低下するのは、最適レベルから2レベル以上離れる場合なので、±1レベルの範囲内に全ての原稿が収まったことにより、認識率の安定化が図れる。

5. まとめ

今回対象としたドット文字の原稿に対しては、最適な2値化の閾値を求める方法が確立した。今後は文字数を増やして実験を行なうとともに、対象原稿を拡張し、あらゆる原稿に対して最適な2値画像を得るようにする。

<参考文献>

- (1) J.M.S.Prewitt and M.L.Mendelsohn : "The analysis of cell images", Ann.N.Y.Acad.Sci., 128,pp1035-1053 (1966)
- (2) J.S.Weszka R.N.Nagel and A.Rosenfeld : "A threshold selection technique", IEEE Trans. Comput., C-23,12,,pp1322-1326 (1974)
- (3) A.Rosenfeld and A.C.Kak : "Digital Picture Processing", ACADEMIC PRESS (1976)
- (4) 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", 信学論D VOL. J63-D, No. 42, pp349-356 (1980)