



HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|------------------|---|
| Title | 網点上の文字を考慮した文字・網点画像高速分離法 |
| Author(s) | 安孫子, 収; Abiko, Osamu; 白川, 智昭 他 |
| Citation | 北海道大學工學部研究報告, 153, 51-56 |
| Issue Date | 1990-11-29 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/42255 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 153_51-56.pdf |



網点上の文字を考慮した文字・網点画像高速分離法

安孫子 収 白川 智昭
北島 秀夫 小川 吉彦

(平成 2 年 8 月 31 日受理)

Fast Separation of Bi-Level Images and Halftone Images

Osamu ABIKO, Tomoaki SHIRAKAWA, Hideo KITAJIMA and Yoshihiko OGAWA

(Received August 31, 1990)

Abstract

In this paper, a new image separation algorithm for bi-level images superimposed on halftone images is proposed. A computer simulation indicates that it can separate such images correctly. The algorithm divides the input-image into micro-blocks and uses the difference of the block-density to separate each image. Since it needs only three vertical blocks, it is possible to separate such bi-level images very rapidly. These techniques are expected to be applied to facsimiles.

1. ま え が き

近年、ファクシミリやデジタル複写機等の普及に伴い、多種多様な画像を効率良く・品質良く再生あるいは伝送することが、以前にも増して望まれている。しかしながら、記録部において一画素を白黒の 1 ビットで表すこれらの装置では、画像の種類によって再生処理の方法を適切なものへと切り替えなければ、高品質な再生画像を得ることが出来ない。例えば、階調を持つ画像を再生する場合には、白または黒画素の密度を変化させて擬似的に中間調を表現する方法が適用され(擬似中間調法)、文字などの 2 値画像を再生する場合にはエッジを強調した後、単一閾値によって 2 値化する方法が適用される。

ところが、2 値画像と階調を持つ画像が一枚の原稿に混在されている場合に、擬似中間調法で画像を再生しようとする、高分解能を要求される文字等の画質劣化がはげしく、また中間調を持つ印刷物(網点画像)領域では、網点周期とディザパターンとの関係によってモアレが発生し、画質が非常に劣化する場合がある。また、文字処理と同様の処理を画像全体に施しても、濃淡領域での再生画像が劣化することはしごく明瞭である。さらに、同一の処理で両画像ともに高品質な再生画像を得ようとする新しい試みがいくつかなされてはいるが、まだ十分とは言えない状況である。従って、このような混在原稿を再生する際には、文字領域と濃淡領域を自動識別し、各処理を適応的に切り替えて再生画像を得ることが有効であり、ファクシミリ装置について言えば、伝送時の符号化も切り替えることによって、伝送効率の向上がかなり望めると考えられる。

これまで筆者らは、2値画像と網点画像が混在する原稿について、それらの領域を簡単にしかも精度良く分離する方法を提案してきた(分割濃度差法)⁽¹⁾。しかしながら、分離パラメータを設定する際に、これまでの経験の中で得られた最適とされる値が処理の最後まで固定されてしまう点や、網点画像上に2値画像が重なって存在する場合に領域分離が確実に行われない点、等の問題が残っていた。

そこで本稿では、分割濃度差法に改良を加え、さらにそれを拡張した新しい領域分離法を提案し、その有効性を計算機シミュレーションによって示す。この新分離法では、パラメータ設定に柔軟性を持たせることで分離精度が向上したうえ、網点画像上の文字を構成する画素を自動検出し、その情報を使うことによって、再生画像の品質がかなり良好となった。

2. 画像の特徴

(1) 網点画像

階調を微小なドットの大小と密度により表現しているため、ミクロな領域では黒・白の2値しか持たないが、ある程度まとまった画素単位では中間的な濃度を持つと考えられる。従って、それら画素単位の近傍領域間での濃度差は、小さいと言える。

(2) 2値画像

文字・図とその背景領域との濃度差は、きわめて大きい。また、2値画像を構成する画素は周囲の同様な画素との連結性が強い。

(3) 文字を含む網点領域

網点画像上に文字が重なって存在する場合、その文字と背景の網点との濃度差は比較的大きいと言えるが、2値画像ほど大きくはない。

3. 本分離方式の概要

今回提案する2値画像と網点画像の分離方式は、分割濃度差法を応用したものであり、主な流れは以下ようになる。

まずはじめに、入力画像全体を $m \times m$ 画素を1ブロックとする微小なブロックに分割する。次に各ブロックを(1)網点ブロック、(2)2値ブロック、(3)文字を含む網点領域、のいずれかに判定する。さらに(3)のブロックに対して特別な補正を施し、領域拡張を行ったうえで、最終的にその領域から文字を構成する画素を抽出する。

ブロックごとに処理を行う理由は、判定後の補正が行い易いという点と、誤判定時に画品質へ与える影響が最小限にとどめられるという点を考慮したためである。また、以上の処理は縦3ブロックの情報しか必要としないので、多くのメモリを費やすことなく、ほぼリアルタイムでの高速分離処理が可能となる。

4. 分離アルゴリズム

以下に、上述の特徴を使った新分離方式のアルゴリズムをまとめる。

(1) 入力画像の分割

入力画像を 4×4 (pixels) を1ブロックとするブロックに分割し、以後このブロックごとに処理を進める。

(2) 背景と真黒領域の識別

まず、ブロック内平均濃度を計算する。

$$L_{ij} : \text{各画素の読み取り値} \quad A = \frac{1}{4 \times 4} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 L_{ij} \quad (1)$$

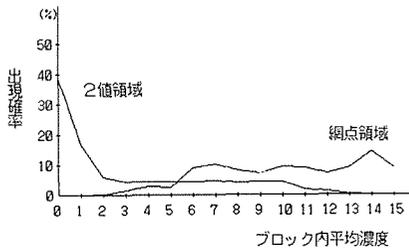
網点領域と2値領域が混在する数種類の原稿について、領域ごとにブロック内平均濃度の出現確率を調べた結果、各原稿ともほぼ同様の値を示した。図(1)に全データの平均のヒストグラムを示す。(スキャナーの読み取る階調は16階調)

この結果から、2値領域では低濃度ブロックが非常に多いことがわかる。これは、濃度の低い背景領域が2値領域中の大部分を占めるからである。そこでまずこの背景領域を分離するため、閾値 T_0 を設定し、 $A \leq T_0$ なるブロックを背景ブロックとする。図(1)の結果から T_0 は1付近が最適と思われるが、パラメータに柔軟性を持たせるため次のような操作を行う。

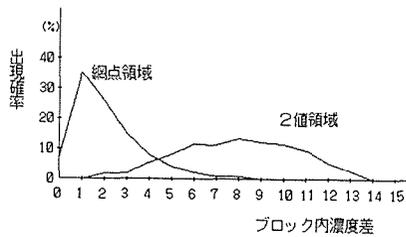
1. 注目ブロックの前の k_0 ブロックに対して、 $A \leq T_0$ なるブロック数 b_0 を数える。
2. $b_0 \geq c_0$ であれば、 T_0 を新しい閾値 $T_0 + 1$ にする。
3. A と閾値を比較して、背景領域の判定をする。

1, 2の操作を加えることによって、背景に存在するノイズの影響を軽減することが出来る。また、 A が読み取りのダイナミックレンジの場合(16階調ならレベル“15”), そのブロックは階調のない真黒部分であると判断でき、これを2値画像の一部とする。

$$\text{判定}^0 = \begin{cases} A \leq (T_0 \text{ or } T_0 + 1) & \rightarrow \text{背景領域} \\ A = \text{ダイナミックレンジ} & \rightarrow \text{真黒領域} \\ \text{otherwise} & \rightarrow (3) \text{の処理へ} \end{cases}$$



図(1) ヒストグラム



図(2) R' の出現確率

(3) ブロックの再分割

判定⁰で2値領域と判定されなかったブロックに対して、1ブロックをさらに 2×2 (pixels) の4つの小ブロックからなるとみなし、各4ブロックの平均濃度を計算する。

$$R_{11} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 L_{ij} \quad R_{12} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=3}^4 L_{ij} \quad R_{21} = \frac{1}{4} \sum_{i=3}^4 \sum_{j=1}^2 L_{ij} \quad R_{22} = \frac{1}{4} \sum_{i=3}^4 \sum_{j=3}^4 L_{ij} \quad (2)$$

(4) ブロック内濃度差の計算

4つの小ブロックの、最大値と最小値の差を求める。 ($R' = R_{max} - R_{min}$)

(5) ブロックの判定

(5-1) パラメータ T_1 との比較

前述した各画像の特徴より、(4)で得られる R_{ij} ($i=1, 2 \quad j=1, 2$) は網点画像ではそれぞれほぼ

等しい値となり、2値画像では差が大きくなると考えられる。従って、 R' の小さなブロックを網点画像とし、 R' の大きなブロックを2値画像と判定できる。図(2)に各領域による R' の出現確率を示す。(ただし(2)で背景・真黒と判定されたブロックは省く)

この結果からわかるように、領域判定の閾値 T_1 を設定する場合、両領域とも均等に扱うとすると T_1 は4~5付近が最適と思われる。しかしこの場合も(2)の処理と同様に、パラメータに柔軟性を持たせるため、次のような操作を行う。

1. 注目ブロックの前の k_1 ブロックに対して、 $R' \leq T_1$ なるブロック数 b_1 と $R' > T_1$ なるブロック数 b_2 を数える。(ただし $k_1 < 2 \times c_1$)
2. $b_1 \geq c_1$ であれば T_1 を新しい閾値 $T_1 + 2$ にし、 $b_2 \geq c_1$ であれば T_1 を $T_1 - 2$ とする。
3. R' と閾値を比較して、画像の判定をする。

$$\text{判定}^1 = \begin{cases} R' \leq (T_1 \text{ or } T_1 + 2 \text{ or } T_1 - 2) & \rightarrow \text{画像 1} \\ \text{otherwise} & \rightarrow \text{画像 2} \end{cases}$$

(5-2) 補正

各注目ブロックに対し、上下左右の4近傍の参照ブロックを用いて以下の補正を施す。(1)孤立ブロックの除去、(2)膨張・圧縮、(3)十字型の除去。膨張とは、画像1と判定された注目ブロックに対して、その参照ブロックの内1つでも画像2と判定されている場合、その注目ブロックを画像2とする操作のことで、画像1と画像2を入れ換えたものを圧縮と呼ぶ。(2)の補正ではこれらを適当な回数組み合わせることにする。

(5-3) 2値ブロックの決定

(5-2)の補正の結果、画像2と判定されたブロックを2値ブロックと決定する。画像1と判定されたブロックについては、網点領域とみなせるので(5-4)以降の処理へと進み、網点ブロックかあるいは網点上の文字ブロックかの判定を行う。

(5-4) パラメータ T_2 との比較

(5-3)の結果、画像1と判定されたブロックについて以下の判定を行う。

$$T_2 = T_1 - c_2 \quad (\text{ただし、} c_2 \text{ は } 1 \leq c_2 < T_1 \text{ なる定数})$$

$$\text{判定}^2 = \begin{cases} R' \leq T_2 & \rightarrow \text{画像 1} \\ \text{otherwise} & \rightarrow \text{画像 3} \end{cases}$$

この判定において画像1を網点ブロックとみなし、画像3を文字を含む網点ブロックとみなす。閾値 T_2 を $T_1 - c_2$ としたのは、この2つのブロックは2値ブロックと比べると濃度差が小さいため、それぞれを分離するのに幾分か閾値を下げて分離を行うのが有利と考えられるためである。

(5-5) 画像3の領域拡張と補正

網点画像のエッジ部分で画像3と誤判定されたブロックの除去と、画像3の領域拡張を目的として以下の操作を行う。領域の拡張は、画像3がある程度の大きさを持つことを利用している。

1. 横に連続する k_2 ブロックに対して、画像3と判定されたブロック数 b_3 を数える。
2. $b_3 \geq c_3$ (定数) $\rightarrow k_2$ ブロック全て画像3とする。
 $b_3 < c_3$ $\rightarrow k_2$ ブロック全て画像1とする。
3. 膨張・圧縮を適当な組合せでかける。

これらの操作の結果、画像1は網点ブロック、画像3は文字を含む網点画像とその周辺領域とみなすことができる。

(6) 網点上の文字の抽出

画像3と判定された領域より、文字を構成する画素を抽出する。文字を構成する画素の特徴は濃度値が非常に高く、しかも周りの高濃度画素との連結性が高いということがあげられる。

(6-1) 高濃度画素の変換

濃度値が $D - c_4$ 以上の画素を“1”に、それ以外を“0”に変換する。ここで D は読み取りのダイナミックレンジ、 c_4 は画像の濃度むらを考慮した定数である。

(6-2) 連結性の有無

“1”と変換された画素について、4近傍内に2つ以上“1”を含みさらに8近傍内で“1”が3連結以上していれば、その注目画素を文字を構成する画素とみなす。

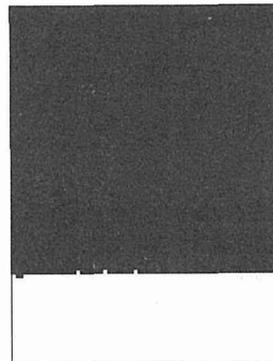
5. シミュレーション結果

今回実験で用いた混在原稿を図(3)に示す。網点画像の線密度は、100(lines/inch)である。この原稿を読み取り密度240(lines/inch)、16階調のスキヤナーで読み取り実験を行った。なお、用いたパラメータの値は以下の通りである。 $T_0 = 1$, $T_1 = 5$, $k_0 = k_1 = 5$, $k_2 = 12$, $c_0 = c_1 = 3$, $c_2 = 1$, $c_3 = 2$, $c_4 = 2$ 。これらの値はこの混在原稿のみに適用されるのではなく、いずれの原稿の場合でも同一に用いることが出来る。

図(4)は本方式による領域分離の結果である。各領域の分離は非常に精度よく行われているのがわかる。図(5)は最終的に網点画像上の文字を抽出した結果である。多少、網点画像中で文字として拾われている部分があるが、ほぼ抽出に成功していると言って良い。図(6)は領域分離をせずに原稿全体に平滑化を施し、代表的な擬似中間調法の一つであるディザ法により2値化した結果である。文字が非常に劣化しているのがわかる。図(7)は領域分離を行う従来の方式による2値化である。網点領域には平滑化を施した後ディザ処理を、2値領域には単一閾値による2値化を行っている。この場合、網点画像上の文字が網点画像と同時に処理されているため、非常に見づらくなっている。図(8)は本方式により2値化を行った結果である。従来の方式に、網点画像上の文字を構成する画素の情報を加えてあるため、図(7)と比べると画質がかなり改善されている。



図(3) 混在原稿



図(4) 黒：網点領域，白：2値領域



図(5) 網点上の文字抽出



図(6) ディザ法による2値化



図(7) 従来の方式による2値化



図(8) 本方式による2値化

6. 結 び

網点画像と2値画像の濃度差の違いと、画素の連結性（ランレンジ）の違いを利用して、網点画像上の文字を構成する画素を抽出する、新しい領域分離アルゴリズムを開発した。本アルゴリズムを混在原稿に適用しシミュレーションを行った結果、画質がかなり向上することが確かめられた。

参考文献

- (1) 安孫子ら：電子情報通信学会春季全国大会，D-394，1990.
- (2) 越智：電子情報通信学会論文誌，'89/11 Vol. J72-D-II，No. 11，pp. 1848-pp. 1856.
- (3) 吹抜敬彦：画像のデジタル信号処理，日刊工業新聞社.
- (4) 森俊二他：画像認識の基礎 [II]，オーム社.