

PP市場における画像処理技術(2)

Image Processing Technologies: Targeting Offset Printing Quality (2)

鷲尾 宏 司* 源 田 大 輔** 吉 澤 将 則**
Koji WASHIO Daisuke GENDA Masanori YOSHIZAWA

要旨

2011年、本誌にて我々は、オフセット印刷の画質を目指してbizhub PRESS C7000/C8000（以下bizhub PRESS C8000と呼ぶ）に投入した以下の5つの画像処理技術について解説した¹⁾。

1. 解像度を向上させる画像圧縮技術
2. 文字品質を向上させる細線化技術
3. 面内均一性を向上させる濃度バランス調整技術
4. 色の安定性を向上させる出力紙濃度調整技術
5. 粒状性を改善させるデジタルハーフトニング技術

本稿ではこれまで説明していなかった以下の4つの搭載技術を取り上げ解説する。

- ・ 細線化とスムージングを同時に行うブレンド処理技術
- ・ ハーフトーン文字のジャギーを改善する輪郭強調技術
- ・ 偽造防止効果を持つWaveスクリーン技術
- ・ 粒状性を改善させた誤差拡散技術

Abstract

In Technology Report 2011, we described the following five image processing technologies which were incorporated into bizhub PRESS C7000/C8000, an EP (electro-photography) digital printer, targeting offset print quality¹⁾:

1. Image compression technology that improves resolution,
2. Text thinning technology that improves character quality,
3. Density balance adjustment technology that improves density uniformity,
4. Color density control technology that improves color stability, and
5. Digital halftoning technology that improves graininess.

In this paper, we describe four additional image processing technologies which were incorporated into bizhub PRESS C7000/C8000:

1. Blend processing technology that allows text thinning technology and smoothing technology to be carried out simultaneously, thus improving character quality,
2. Outline enhancement technology that reduces jaggies of halftone characters,
3. Wave screening technology that provides an anti-counterfeiting effect, and
4. Error diffusion technology that improves graininess.

執筆者



鷲尾宏司



源田大輔



吉澤将則

* コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)
第1 OPシステム制御開発部
** コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)
PPエンジン制御開発部

1 はじめに

デジタル印刷機はバリアブル対応、小ロット印刷対応、短納期などの強みを活かしながら、PP市場でのシェアを年々伸ばしている。しかしながら、未だ市場全体の2%に留まっており、今後の成長が期待されている²⁾。一方、オフセット印刷機は過去数十年に亘ってPP市場を支えてきており、その強みである画質、紙種対応、安定性、コストなどはデジタル印刷機に課せられた課題でもある。

我々はオフセット印刷機の画質レベルを目指し、デジタル印刷機の高画質化のための画像処理技術を開発し、それらを自社の製品であるbizhub PRESS C8000 (Fig. 1) に搭載した¹⁾。それらの技術について未掲載のものを課題とともに以下に記述する。



Fig. 1 bizhub PRESS C8000.

2 ブレンド処理

スムージングは斜め線や曲線などに発生する階段状のギザギザ（ジャギー）を滑らかにする技術であり、1990年頃から各社のプリンターの定番機能として搭載されている。

スムージングは原理的にはパターンマッチング等によってエッジの位置と方向を捉えてその画素値を制御するものである。一方、細線化¹⁾も同様にエッジの位置と方向を捉えてその画素値を制御する。つまりスムージングと細線化は同じ文字の輪郭に作用して別々の結果を出す。よってそのままでは両者を同時に行うことができず、排他的にどちらか一方の処理を選択することになる。また他の方法として細線化を先に行って、そのあとにスムージングを行う、あるいはその逆を行うことが考えられるが、これらの方法では一つ目の処理によってエッジの画素値が変更されるのでエッジが失われてしまう。そのため二つ目の処理では正しく処理がなされず、画質劣化を引き起こしてしまうという問題があった。

以上の問題を解決するため我々はスムージングと細線化を同時に行うための技術（ブレンド処理）を開発しbizhub PRESS C8000に搭載した。

原理としては、注目画素において、細線化による元の画像値からの変化分 ΔT と、スムージングによる元の画素値からの変化分 ΔS を求め、これらと元の画素値 I_0 を足し合わせて新しい画素値 I として出力する。

$$I = I_0 + \Delta T + \Delta S$$

この計算方法によって I は細線化とスムージングが同時に施された画素値になる。しかしながら ΔT 、 ΔS の値によっては画素値 I は $I < 0$ 、あるいは $I > 100\%$ の値に算出されてしまうことがある。そこで、 $I < 0$ の場合には $I = 0\%$ として、残った負の差分を隣接画素 P に吸収させる。また、 $I > 100\%$ の場合は $I = 100\%$ とし、余剰分を隣接画素 P に加える。このように細線化とスムージングを同時に行う際に生じる、注目画素だけでは受けきれない画素値の変化分を隣接画素が受けることによって2つの処理がお互いの効果を相殺することなく作用させることが出来る。Fig. 2は文字の一部分がブレンド処理によって細線化とスムージングを同時にかける様子を図解したものである。

また、Fig. 3に示す通り、文字がブレンド処理されることによって文字が細く、文字のエッジが滑らかになることを確認できる。

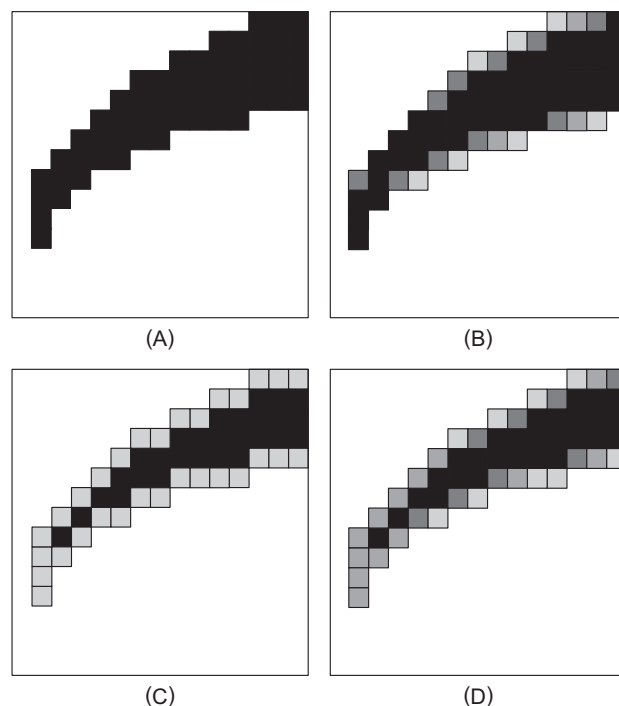


Fig. 2 Blend processing. (A): Solid text, (B): Smoothing only, (C): Text thinning only, and (D): Blended smoothing and text thinning.

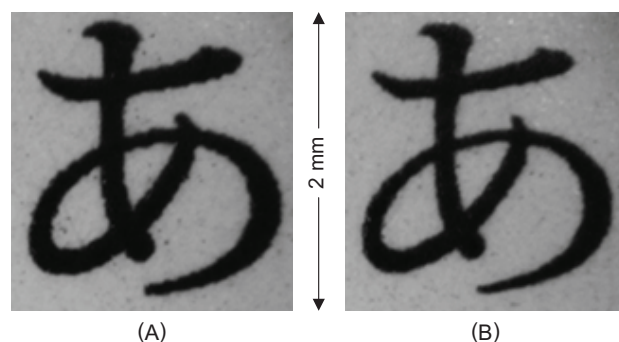


Fig. 3 Blend processing. (A): Solid text, and (B): Blended smoothing and text thinning.

3 輪郭強調

中間調の線や文字はスクリーン処理されるので輪郭部分にはジャギーが発生し、文字品質を劣化させる。

我々はジャギーによる文字品質の劣化を改善する処理として輪郭強調処理を開発した。輪郭強調処理は線や文字などのエッジを捉えて輪郭線を追加する。輪郭線はスクリーン処理をかけないため、線や文字が持つ本来の輪郭が表現される (Fig. 4)。

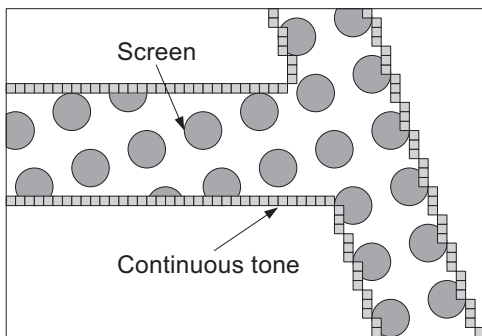


Fig. 4 Outline enhancement technology.

Fig. 5 は、bizhub PRESS C8000 によって印刷された網点面積率80%の文字を示している。左側は輪郭強調処理をしない場合で、スクリーン処理によるジャギーが目立っている。右側は輪郭強調処理を施した場合で、ジャギーが解消され、文字品質が改善されていることが確認できる。

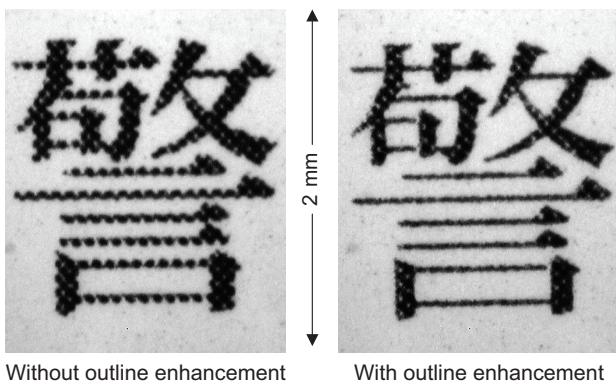


Fig. 5 Outline enhancement technology.

4 Wave スクリーン

紙幣を含む有価証券には波線状の模様によって人物、風景が階調豊かに表現されているものがある。これは16世紀のルネッサンスの時代に発達したエンブレイビングという版画の技法である。この技法の特徴である波線状の模様は肉眼で見えるほど周期や線幅が大きいので、粒状性を悪化させることになり、汎用的な高画質技術としては普及していない。

しかしながら我々は波線状の模様をもつWaveスクリーンを複写機による偽造を防止する技術として開発し、bizhub PRESS C8000 に搭載した。

多くの複写機ではいわゆる「文字・写真モード」がデフォルトに設定されている。「文字・写真モード」では原稿内の文字と写真を判別処理によって判別し、それぞれに最適な画像処理を施す。そのため画像の中にはこれら2つの「異なった処理」の領域が隣接する部分が生じ、その境界が目立ってしまう。さらに判別処理が部分的に「誤判別」を起こしてしまうと境界が不必要に発生し、著しく画質が劣化する。結果として複写されたものは原稿とは容易に区別できることになる。

ところで複写機の判別処理にはパターンマッチング法が用いられている。文字は不規則な線の集合体であり、写真は規則的な網点・網線の集合体である。これらの特徴がパターンマッチングによって区別され、文字と写真が判別されている。

これに対してWaveスクリーンは網線の集合体であるのと同時に曲線の集合体であり、またその波状パターンが肉眼で認識できることを考慮すると、線の形状、サイズといった点において小さな文字と同じ特徴を有する。従って、判別処理が「誤判別」する確率が高いと予想できる。

またWaveスクリーンは線数や角度がある範囲で周期的に変化するという特徴がある。線数は40～80LPIの間をゆっくりと連続的に変化し、また角度は-15～+15°の間を連続的に変化する。加えて、波線形状として双曲線関数を使用することで、直線的な部分と曲線の部分を交互に配置している。

Table 1 Wave screen properties.

| Item | Value |
|------------------|------------------|
| Screen rules | 40 ~ 80 LPI |
| Angle of screen | -15 ~ +15° |
| Shaping function | Hyperbolic curve |
| Cycle | 4 cm |

そのため、これらの性質の連続的な変化によって判別処理は写真と判別する領域と文字と誤判別する領域とが周期的に入れ替わることが期待できる。上記の特徴を持つ波線スクリーンによって印刷された印刷物は判別処理を備える複写機で複写された場合に、周期的な誤判別を誘発して画質が劣化する確率が高いため、偽造の防止効果を期待できる。

Fig. 6-1 はWaveスクリーンによって印刷された画像であり、Fig. 6-2 はこれを市販のコピー機で複写したものである。Waveスクリーンが作る曲線の山と谷の部分で絵が白くなっているのは判別エラーを起こした部分である。

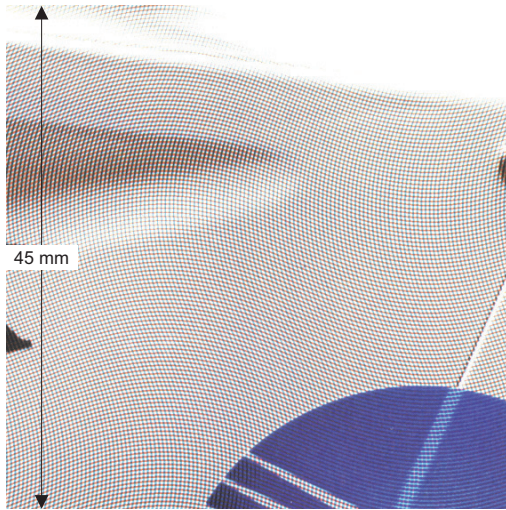


Fig. 6-1 An image printed with a wave screen.

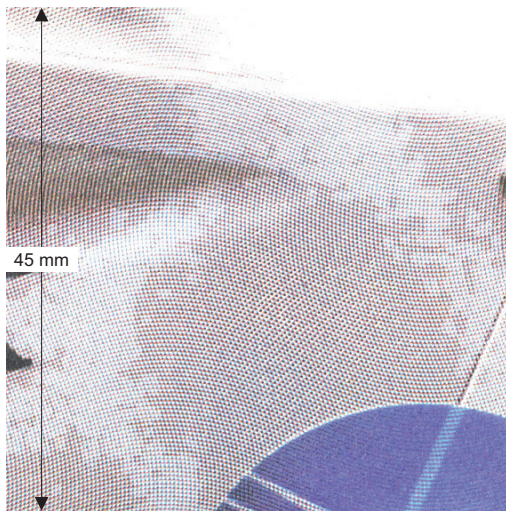


Fig. 6-2 A commercial copier copy of the image in Fig. 6-1. Use of the wave screen tends to cause image discrimination errors.

尤もより確実な偽造防止技術としてはホログラムや金属片、ICチップなどがあるが、どれも後処理が必要であるため高価となる。また地紋パターンでは背景デザインの制約が課題となる。

地域コミュニティが主催するイベントでの引換券などをWaveスクリーンで印刷することにより、特別な処理を施さずに簡単に偽造防止効果をもたらすことが期待できる。

5 FMED

誤差拡散はドットの密度で階調を表現するデジタルハーフトニング技術である。微細なディテールを表現することと階調性が強みであるが、見た目の粒状性ではAMスクリーンに及ばない。要因は1画素の孤立ドットがランダムに配置されるからであり、特に網点面積率50%付近ではドット同士が接触するために、見た目のドットの大きさが均一でなくなってしまう。

我々は誤差拡散の粒状性を改善するために誤差拡散にヒステリシスを加える技術を開発した（以下FMEDと呼ぶ）。ここで言うヒステリシスは誤差拡散において既に量子化された結果に基づいた値を入力側の画素値もしくは2値化のための閾値に加える操作である。ヒステリシスを加えることによって孤立ドット同士が滑らかな曲線状に連結する傾向が現われ、見た目の粒状性を改善することが期待できる。

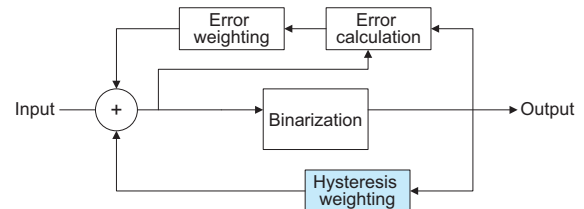


Fig. 7 Error diffusion with hysteresis feedback.

Fig. 7 はヒステリシスを追加した誤差拡散処理を示している。入力画像信号Inputには量子化済みの周辺画素の量子化誤差を重み付けした値（Fig. 7 上側）と、量子化済みの周辺画素の出力値を重み付けした値（Fig. 7 下側）が加えられ、閾値によって2値に量子化される。

Fig. 8 は誤差拡散によって一様な濃度パッチを再現したものであり、左から従来の誤差拡散、FMED、ドットスクリーン（212lpi）を示している。FMEDは滑らかな曲線のパターンが形成され、従来の誤差拡散のランダムなパターンに比べて粒状性が良好であることが分かる。

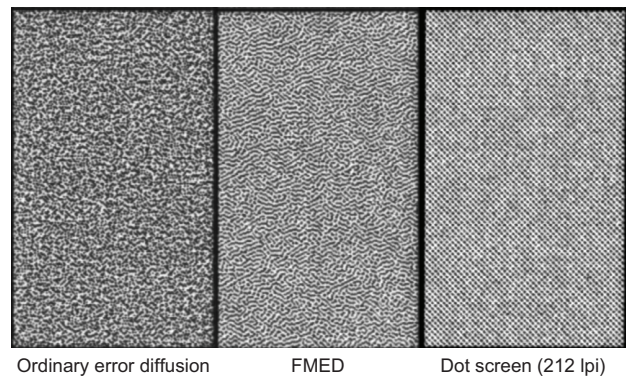


Fig. 8 Error diffusion image compared (black).

●参考文献

- 1) 鷺尾宏司, 源田大輔, 大川三江子, 大木亮, 吉澤将則: PP市場における画像処理技術, KONICA MINOLTA Tech. Rep., 8 pp.45-50 (2011).
- 2) Landa Corp. drupa2012 brochure, “Nano.Bigger than you think” May 3, 2012.