

高画質二値誤差拡散アルゴリズムの開発

Development of High-Image-Quality Binary Error Diffusion Algorithm

野口 和宣*
Noguchi, Kazuyoshi

赤堀 泰祐*
Akahori, Taisuke

要旨

複合機市場において、タンデム方式カラー複合機の占める割合が増加している。タンデム方式カラー複合機へのユーザーニーズとして、

- ・パフォーマンスの向上
- ・低価格化
- ・高画質化

があげられる。

本技術開発では、上記ユーザーニーズに応える為、二値で画像を構成し、画質上の課題を克服するアルゴリズム開発を行ったことで、二値誤差拡散方式でも多値画像に並ぶ、高画質の画像を得ることができ、パフォーマンス、コストに対してもユーザーニーズを満足する技術を確立できた。

Abstract

In a market of multi function peripheral equipment, the share of tandem type color multi function peripheral equipment in the market has been increasing. As user's needs, 1) improvement of performance, 2) lower price and 3) upgrade of image quality may be listed. In this technical development, in order to respond to the above user's needs, an image is formed on the basis of binary values by employing an algorithm that has been developed to overcome problems on image quality. Accordingly, high quality images can be obtained to an extent equivalent to multi-valued images even with the use of a binary error diffusion method. Consequently, we have established a technique to satisfy the above user's needs in terms of performance, cost and image quality.

1 はじめに

近年、カラー複合機の高速化が進む中、モノクロ機並みのスピードを有するタンデム方式カラー複合機が主流となってきている。

タンデム方式カラー複合機では4色の作像部で並列動作するため、1色毎に処理を行っていた従来の4サイク

ル方式カラー複合機に対して画像データ量が4倍となる。

更に、モノクロ機と同等の高生産性が要求されるため、従来より格段に高速な画像データ処理能力が要求される。高生産性を実現するには、ハンドリングする画像データを減らし、コントローラーへの負荷を軽減する必要がある。

また、カラー複合機市場の価格競争の激化により低価格化が求められる。

この為、データ量の少ない二値誤差拡散による画像形成方式を採用することとしたが、二値誤差拡散特有の画質上の技術課題として、文字エッジガタツキ、粒状性、階調性、ハイライト部の粒状性があった。

本稿では、前記画質課題を克服する為のアルゴリズム開発について報告する。

2 高画質二値誤差拡散アルゴリズム

2.1 文字エッジ改善アルゴリズムの開発

二値再現のハーフトーン階調文字ではエッジボケ及びガタツキが発生する。(Fig.2 方策実施前画像 参照)

これは、階調の再現を面積当たりの黒ドットの割合で表現するためである。

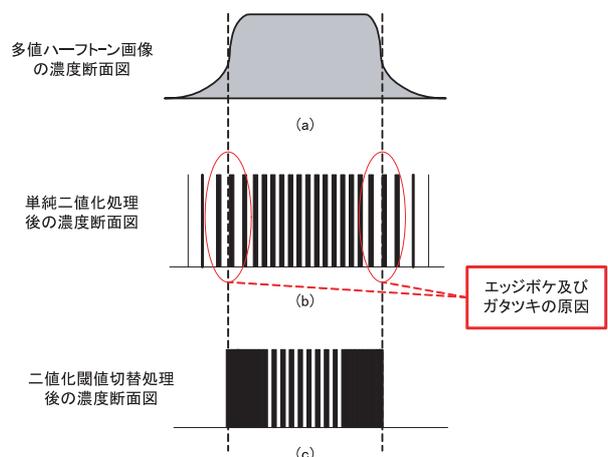


Fig.1 Method of changing binary threshold values

*コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)
制御開発本部 制御第1開発センター 第12開発部

まず、二値化画像の特性を確認した。結果、下記のことが確認できた。

- ・二値化閾値を高くして、多値データの二値化処理を実施すると、背景部が美しく再現される。
- ・二値化閾値を低くして、多値データの二値化処理を実施すると、文字部が美しく再現される。

上記結果をもとに、Fig. 1 に示すように文字のエッジの前後で二値化閾値を切り替えて効果確認を行った。

Fig. 1 の多値ハーフトーン画像(a)に対して単純二値化処理を実施すると、エッジ部付近では階調が徐々に変化するため、Fig. 1 -(b)に示す様にエッジ部付近でドットがまばらになる。

文字領域信号を用いて、文字エッジの外側の二値化閾値を高くし、内側の二値化閾値を低く設定する方策を実施すると、Fig. 1 -(c)に示す様に、エッジ部をハッキリと再現することが可能となる。上記処理を領域判別結果を用いて実際に行った結果をFig. 2 に示す。

・方策実施前画像



・方策実施後画像

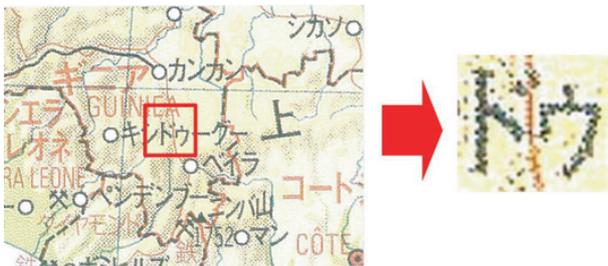


Fig.2 After adjusting the method

方策実施前の文字に対して、方策実施後の文字はハッキリとし、文字エッジ部が改善されている。

2. 2 写真画像の粒状性及び階調性改善アルゴリズムの開発

写真画像には、粒状性課題及び階調性課題がある。

粒状性課題の主な原因は、Fig. 3 に示す「ランダムなドットのつながり」である。

また、階調性課題の主な原因は、Fig. 4 に示す「階調間のドット配列の急激な変化（トーンジャンプ）」である。

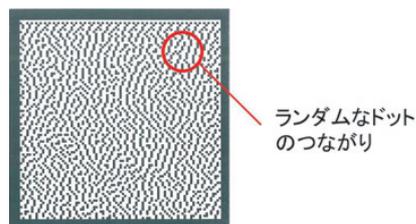


Fig.3 Subject of granularity

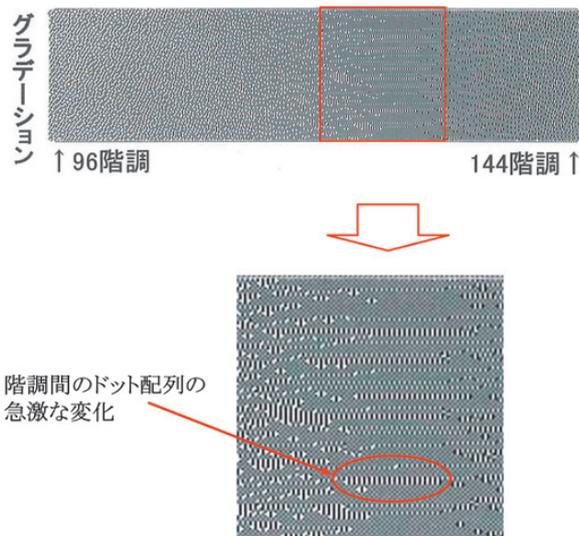


Fig.4 Subject of tone reproduction

粒状性課題の主な原因が「ランダムなドットのつながり」であることから、フィルタのサイズ及び係数を変え、誤差を拡散させ、効果確認を実施した。結果、一部に「ランダムなドットのつながり」が残った。

そのため、フィルタは効果が顕著であったフィルタを使用し、スクリーン重畳処理とスキャン方向を反転させる処理とを組み合わせ再度効果確認を行った。

上記スクリーンの階調毎のゲイン係数の決め方を、Fig. 5 に示す。

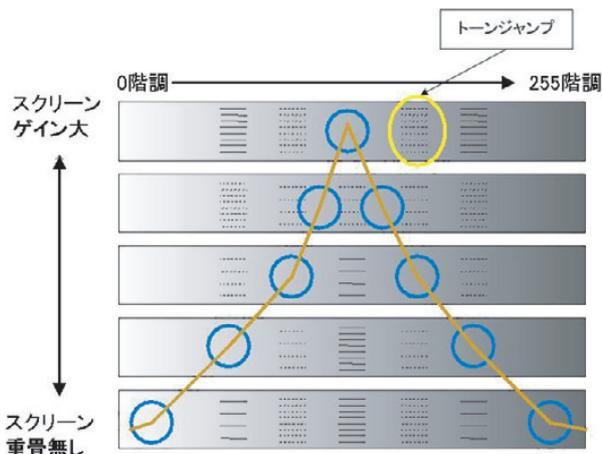


Fig.5 Determination of gain coefficients

まず、シリーズグラデーションチャートに対し、ゲイン係数をふった複数のスクリーンを重畳する。

次に、上記スクリーン重畳後、トーンジャンプがでない部分を各々のスクリーンに対してプロットアウトする。

以上の過程によりゲイン係数を決定する。

上記方策の効果をFig. 6に示す。粒状性課題の主な原因である「ランダムなドットのつながり」がなくなっている。

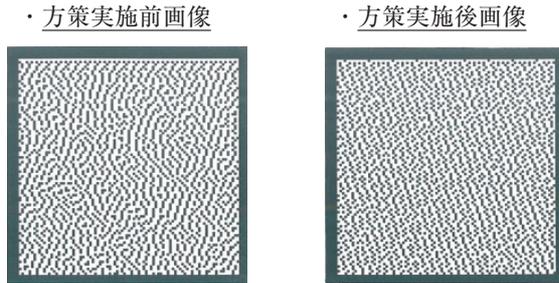


Fig.6 Improvement of granularity

階調性課題に関しても、スクリーンを重畳することで、全階調においてドット配列の規則性が一致し、Fig. 7の様に、階調性課題の主な原因である「階調間のドット配列の急激な変化」を無くす効果を確認できた。

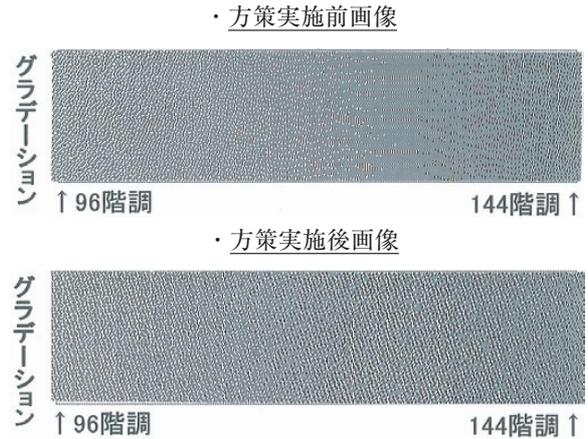


Fig.7 Improvement of tone reproduction

2. 3 写真画像のハイライト部粒状性改善アルゴリズムの開発

Fig. 8が写真画像のハイライト部の粒状性の課題画像であり、原因は青線で示された「方向性を持ったドット間のつながり」である。

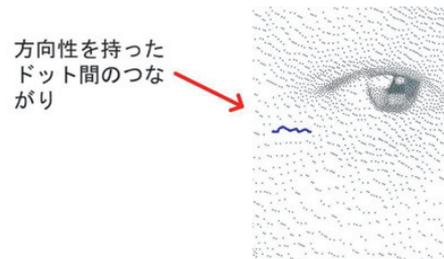


Fig.8 Subject of granularity around high-light area

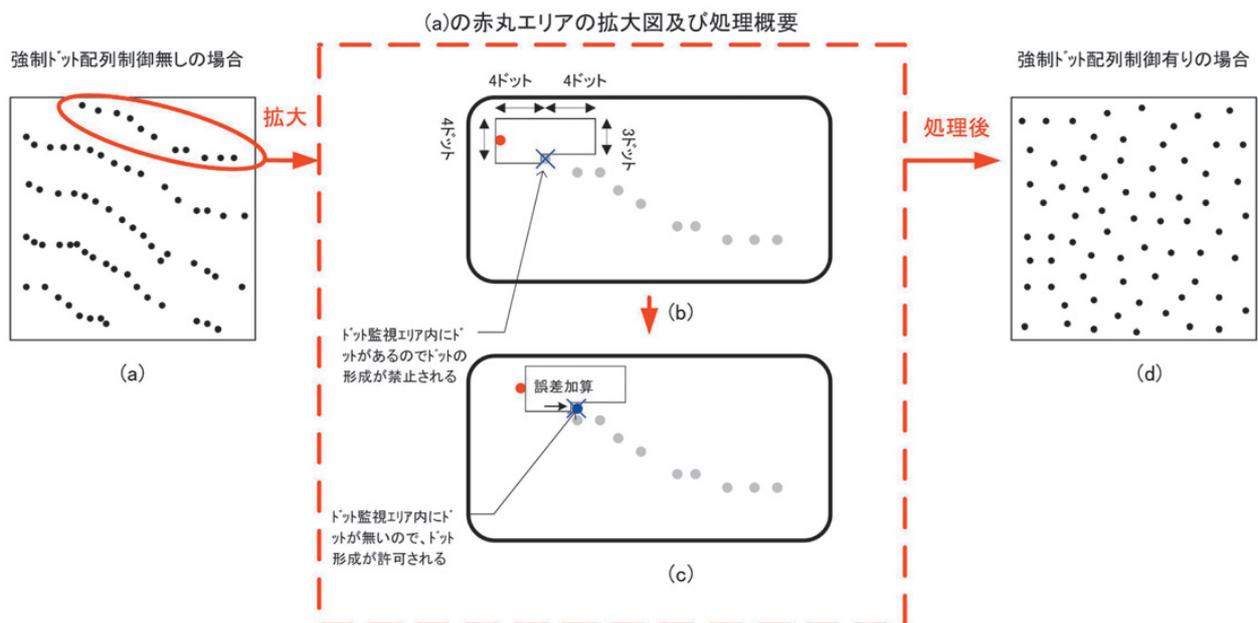


Fig.9 Method of scattering pixels

誤差拡散は一定面積中のドット数の割合で、階調を再現している。要するに、ドットが密であっても、散らばっていても、ある領域に存在しているドットが同じであれば、同じ濃度で画像が見える。

この原理を利用し、ドットを散りばめる方策を考案した。方策のイメージをFig. 9に基づき下記に説明する。

- ①×を注目ドットとし、その階調数を16階調とする。
- ②16階調/256階調（最大階調）=1/16より、白枠で示された4*4のエリア内の周辺ドットの有無を確認する。
(※注目ドットに対して左右に4*4のエリアで確認する。但し、注目画素の右側に位置するドットは、注目画素に対して未処理ドットであるため、上記確認時には、存在していないものとして処理される。この為右側は4*3のエリアで確認している。)
- ③上記白枠エリア内に赤で示された別のドットが存在している。よって、×の注目ドットを打つと32階調になってしまう為、×の注目ドットを打つことができない。
- ④上記誤差量（16階調）を右隣のドットに加算する。
- ⑤隣の位置にはドットが存在していない。よって加算すると16階調となる。
- ⑥上記②と同様の手段にて周辺ドットを確認する。
- ⑦上記白枠エリア内に別のドットが存在しないので⑤で加算したドットを打つことができる。

上記①～⑦の作業を全ドットに対して繰り返し実行することにより、つらなっていたドットを分散することができる。

以上の効果をFig.10に示す。

ハイライト部の粒状性課題の原因である、「方向性をもったドットのつながり」がなくなっている。

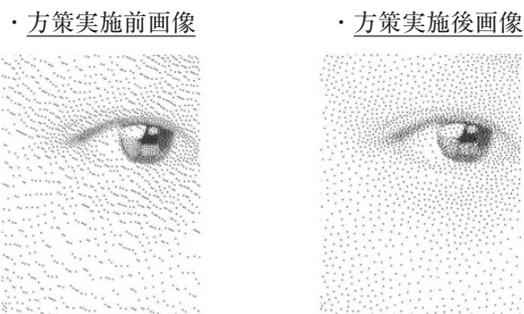


Fig.10 Improvement of granularity around high-light area

3 新アルゴリズム画像による効果

ここで、新アルゴリズム画像処理が従来技術に対して画像にどれだけの効果を与えるかを示す。

まず、Fig.11に網掛け文字での効果を示す。

従来機画像では文字がボケていたのに対して、新アル

ゴリズム画像処理で出力された画像は、文字をクッキリ再現できており、文字再現への効果がわかる。

次に、小サイズ文字での効果をFig.12に示す。やはりこの点でも、従来機出力画像に対して新アルゴリズム画像処理で出力された画像は、文字がクッキリしていることがわかる。

最後に、写真画像での効果をFig.13に示す。従来機出力画像に対して新アルゴリズム画像処理で出力された画像は粒状性、階調性ともに優れており、美しく再現されている。

・従来機画像 ・新アルゴリズム画像

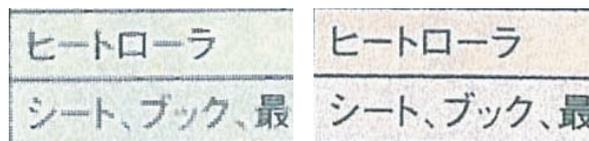


Fig.11 Effects to characters on hatching dot

・従来機画像 ・新アルゴリズム画像

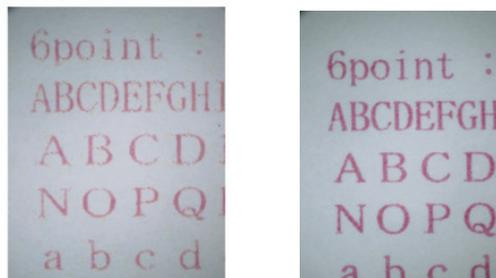


Fig.12 Effects to small characters

・従来機画像 ・新アルゴリズム画像



Fig.13 Effects to photo-image
(電子写真学会テストチャート No.5-1)

4 まとめ

高画質二値誤差拡散アルゴリズムの開発により、業界最高水準の画像を得ることができた。

また、画像データの2値化によりメモリ使用容量を大幅削減できたことにより、高生産性に対応することができた。

今後も、他社に勝る画像及びユーザーニーズに応える機能の開発を行う所存である。