

Q9 電子写真プリンタにおける濃度階調制御について

荒田 敬[†] 石井 郁夫[†] 廣川 伸幸[‡] 今井 博英[†] 高橋 章^{‡‡}

[†]新潟大学大学院自然科学研究科

[‡]新潟日本電気株式会社

^{‡‡}長岡工業高等専門学校

1. 背景目的

白黒の2値出力を基本とする電子写真プリンタで多階調画像を出力するにはディザマトリックスが用いられる。例えば8×8ドットディザパターンで黒領域の面積の比率(黒面積率)を調整することで濃度階調を制御する。図1に同一黒ドット数のディザの論理パターンと実際に印刷されたパターンの顕微鏡画像の対比を示す。同一黒ドット数でもパターンにより印刷される黒面積が異なる。この原因は、ドラム上の帯電電荷が周辺に与える影響により、同一黒ドット数でもパターンによってトナーの付着量が変わるためと推定される。このような理由から、一般にディザマトリックスは経験的な試行錯誤により設計される。

本研究は任意の濃度のディザパターンを試行錯誤によらずに設計することを目標とする。ただし、8×8ドットのディザパターンの組合せは 2^{64} 通りあり、その全ての濃度を実測により求めることは不可能である。簡易な方法で目標濃度のディザパターンを生成することが本研究の課題である。

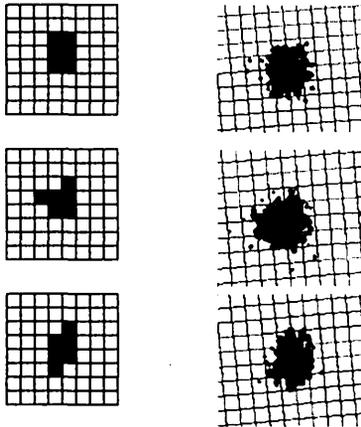


図1 ディザの論理パターンと実際の印刷

2. 顕微鏡画像による黒面積率の測定法

ディザパターンの顕微鏡画像からドット単位の印刷特性を明らかにするには、印刷結果をドット単位の区切る必要がある。ドット区切りの基準となる正方形の印刷方法を図2に示す。線幅は2ドット、内部に配置するディザパターンとの距離は4ドットである。ディザパターンの大きさは16×16ドットである。これは連続して印刷されている状態を仮定

するため8×8ドットマトリックスの周辺に4ドット幅の領域を考慮したためである。このパターンを縦512ドット、横1536ドットの領域に並べて配置し印刷資料とする。印刷は印刷密度は600dpiである。

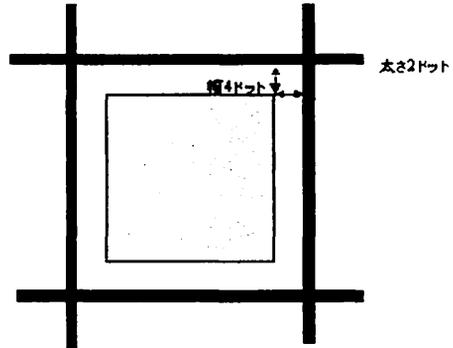


図2 ドットの区切り基準となる格子線

顕微鏡倍率2倍、1600×1200画素のデジタルカメラで資料を撮影し顕微鏡画像を取得する。1ドットがおよそ26×26画素に相当する。取得画像は256階調であるが、統計処理により閾値を自動設定して2値化を行う。

次に、画像中の格子線部分を骨格処理した後、ハフ変換によりドット区切り基準線を抽出する。この基準線を手がかりにドット境界を刻むことにより、ドット単位の印刷特性を把握することができる。図3はドット境界を刻んだ結果の例示である。

図3の印刷パターンは図4である。同じディザパターンでも、顕微鏡レベルでは印刷結果にばらつきが生じることから黒面積率の測定結果は多数の印刷結果の統計値を用いる。

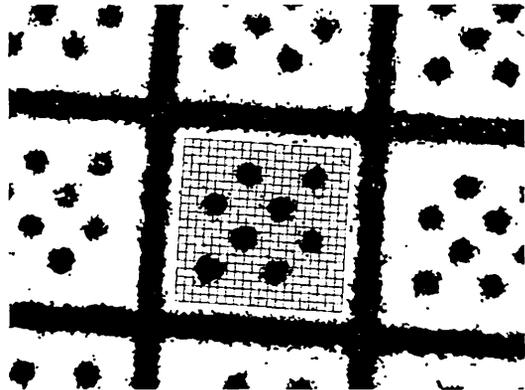


図3 ドットの境界を刻んだ結果

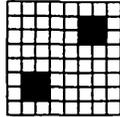


図4 図3で印刷したパターン

3. 濃度微調整法

ディザパターンは天文学的組合せ数になるため濃度の実測結果を集積することは不可能である。経験的試行錯誤で目的の階調を得るには、ランダムにドットを追加・削除して調整するのではなく、8×8ドット領域中の1~2ヶ所に黒ドット(または白ドット)の塊を作り、塊の大きさを調整する方法が採られる。そこで、過去に経験的試行錯誤で得られた基本ディザパターンの各階調の黒面積率と、各階調のディザを構成する塊の周辺に1個の黒ドット(または白ドット)を追加したときの追加位置と黒面積率の変化量のデータを顕微鏡計測により予め求めておき、これらのデータを手がかりに必要な濃度のディザパターンを選択する方法を提案する。この方法は1個の黒ドット(または白ドット)の追加位置により濃度が微妙に異なることを利用した濃度調整法であるので、濃度微調整法と呼ぶ。必要な濃度を与えると、蓄積されたデータからその濃度を近似できるいくつかのパターンを逆検索することができる。濃度微調整法は、数十通りの基本ディザパターンとそれらを1ドット変化させたいくつかのパターンの組合せを用意する場合は数百通りの組合せ数になり、測定可能な数に収まる。

4. 実験

表1に基本ディザパターン図5(a)の黒ドットの塊周辺で様々な位置に1個の黒ドットを追加した場合(図5(b)~(g))のドット追加位置と黒面積の増加量の関係を示す。また印刷結果のいくつかを図6に示す。

黒ドットの追加位置によって、以下のような特徴を持つ濃度差が生じることが計測された。

- ・ 同一黒ドット数では黒ドットの塊が縦方向(紙送り方向)または横方向(走査方向)の一方にのみ長いパターンよりも、縦方向、横方向の長さが同じ程度のパターンのほうが黒面積が大きい
- ・ 図5(a)のパターンでは、ドットを増加させる位置による黒面積の増加量はおおよそ1~3ドットの範囲に分布する

これらの特徴を利用することにより、1ドットの位置の調整で多階調の表現が可能になる。

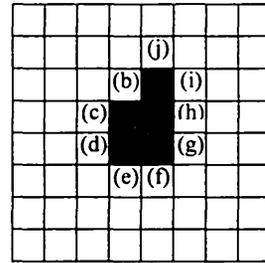


図5 測定するディザパターン

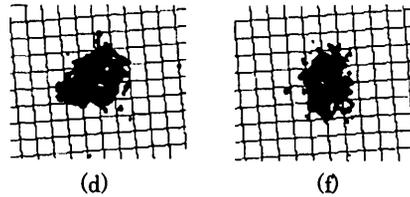


図6 図5のパターンの印刷結果

表1 図5のパターンの黒面積

ドット追加位置	黒面積(dot)	増加量(dot)	黒面積率
(a)[標準パターン]	8.154	+0	0.127
(b)	10.229	+2.075	0.160
(c)	10.959	+2.805	0.171
(d)	10.793	+2.639	0.169
(e)	9.412	+1.258	0.147
(f)	9.331	+1.177	0.146
(g)	10.838	+2.684	0.169
(h)	10.179	+2.025	0.159
(i)	9.328	+1.174	0.146
(j)	9.940	+1.786	0.155

5. まとめ

顕微鏡画像を用いて電子写真プリンタのディザパターンの濃度特性を明らかにすると共に、それを活用して目的の濃度階調のディザパターンを導出する濃度微調整法を提案した。同じ黒ドット数でもパターンによって黒面積率が異なるという電子写真プリンタ特有の性質を利用して、目的の濃度のディザパターンを導出することができる。

1ドットの追加位置による濃度変化の特徴を求め、計測量を削減する方法を検討中である