

両面印刷物のスキャナ入力カラー画像の裏写り補正

Show-Through Cancellation in Scanned Color Images of Duplex-Printed Documents

D-11

ヨウ ブンセイ

Ye Wenjing
芝浦工業大学
Shibaura Institute of Technology

高橋 正信

Masanobu Takahashi
システム理工学部
College of Systems Engineering and Science

1. 背景

印刷された文章や画像などをデジタル機器に保存するため、スキャナを用いて電子データ化することがある。しかし、両面印刷物をスキャナで取り込む際に、裏面の画像が透けて写ってしまう問題がある。そのため、画像処理を用いた裏写り補正の研究を進め、両面印刷物に対する裏写り補正手法[1]を実現した。これは、スキャナで片面ずつデジタル化した2枚の画像を用い、両画像中の裏写りを補正する手法である。紙内部での光の拡散(ボケ)のモデルとしてガウス分布を採用し、両面ともに印刷がある場合にも対応可能な精密なモデルを用いることで、紙内部での光の拡散によるボケを考慮しない他の手法よりも良好な補正を実現した。しかし、実現した手法はグレースケール画像を対象としたもので、カラー画像へは適用されていなかった。カラー画像はRGB3チャンネルのグレースケール画像に分離できる。そこで、それぞれのグレースケール画像を裏写り補正することでカラー画像の裏写りを補正できるか実験的に検討した。

2. 裏写り補正手法

従来手法[1]の裏写りモデルでは、両面を面1と面2としたとき、面1を通過して紙内部で拡散した光が面2を通過し、蓋で反射されて面2を再度通過した後、紙内部で拡散した光が面1を再度通過したものが裏写り成分となる。裏写り成分の算出には紙内部での光の拡散効果を含むPSFを用いる。面1から面2へのPSF(h_1)は(1)式で与えられる。ここで、 σ_1 はガウス分布の標準偏差である。 q_1 は裏写り比率であり、表面のパターンが裏面に与える影響を表す。 (q_1, q_2) と (σ_1, σ_2) 、および各面の裏写りの無い印刷パターンを推定することで裏写りを補正する。

$$h_1(x, y) = q_1 \{g_1(x, y) / \sum g_1\} \quad (1)$$

$$g_1(x, y) = \exp(-(x^2 + y^2) / 2\sigma_1^2) \quad (2)$$

3. 両面カラー印刷物の裏写り補正実験

図1は実験に用いたスキャナ入力カラー画像(130×45画素, 75dpi)である。図1の面1と面2の画像をR, G, Bチャンネルごとにグレースケール画像として分離し、各チャンネルごとに表面と裏面の画像(表1左列)を組として従来手法[1]で裏写り補正を行った。補正後のR, G, B各チャンネルの画像(表1右列)を統合してカラー画像にしたのが図2である。



図1 補正前画像(図中の番号は領域番号)



図2 補正後画像(図中の番号は領域番号)

補正結果は、裏写りが生じている領域の周辺の画素値を正解画素値として評価する。これは、周辺の画素値と等しくなり見分けがつかなくなった場合に補正されたと言えるからである。評価には正解画素値との平均誤差(差の絶対値の平均)を用いる。なお、裏写りの無い領域でも紙のムラなどにより画素値が変動するため、周辺部分でも正解画素値との平均誤差を求め、背景変動成分とする。平均誤差は濃淡レベルの異なる4つの領域(図1, 図2の面2の数字)ごとに算出したが、表2にはそれら4領域の誤差の平均を示す。

表1 補正前・補正後の画像(コントラスト強調5倍(面1),2倍(面2))

		補正前	補正後
R	面1	スキャナ	スキャナ
	面2	スキャナ	スキャナ
G	面1	スキャナ	スキャナ
	面2	スキャナ	スキャナ
B	面1	スキャナ	スキャナ
	面2	スキャナ	スキャナ

表2 補正前・補正後の背景変動成分と平均誤差

面1	R		G		B	
	背景	誤差	背景	誤差	背景	誤差
補正前	1.49	8.24	2.09	14.73	2.01	13.24
補正後	1.53	3.69	1.79	3.44	1.65	3.09
面2	R		G		B	
	背景	誤差	背景	誤差	背景	誤差
補正前	1.69	10.38	3.47	5.11	4.29	5.83
補正後	1.98	1.69	3.09	2.45	3.36	2.48

図2の補正後画像を見ると裏写りがほぼ視認できないレベルにまで補正されている。また、表2の平均誤差も補正により大幅に低減されており、従来のグレースケール画像向けの手法は両面カラー印刷物にも利用できることが確認できた。

一方で、コントラスト強調した補正後画像(表1右列)を見ると、Rチャンネルの面2領域1のように裏写りが過度に補正され、わずかながら周囲より明るくなっているところがあった。今後はそうした誤差の原因を調べるとともに、様々なカラー印刷パターンでの実験を行い、より実用的な手法に改善したい。

[参考文献]

[1] 漆畑亮佑, 高橋正信, 小嶋亮佑: “両面印刷物のスキャナ画像の裏写りとボケ補正”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 68, No. 12, pp.J550-J557, 2014.