

カラー偏光カメラのフーリエ解析による画素補間法

Interpolation method of a color polarization camera by Fourier analysis



宇都宮大 ^{○(PC)}柴田 秀平, Nathan Hagen, 大谷幸利

Utsunomiya Univ., ^{○(PC)}Shuhehi Shibata, Nathan Hagen, Yukitoshi Otani

E-mail: shibata@cc.utsunomiya-u.ac.jp

モノクロ偏光カメラは方位 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ のマイクロ偏光子アレイがイメージセンサーアレイに組み込まれているカメラである¹⁾。カラー偏光カメラはマイクロ偏光板アレイ上に Bayer カラーフィルターアレイが貼り合わせてあるカメラである。したがって、入射光の RGB の直線偏光イメージがスナップショットで得られる。しかしながら、このカラー偏光カメラの最大の短所は空間分解能が $1/16$ になってしまうことである。Tyo らはモノクロ偏光カメラで補間方法を提案している²⁾。我々はカラー偏光カメラに対してフーリエ解析による画素補間法を提案する。

図 1 にカラー偏光カメラで検出した RAW 画像を二次元フーリエ変換し、パワースペクトルを示す。図中の番号 i は表 1 に示すフーリエ係数 a_i, b_i に対応する。したがって、各信号を得るために、DC 領域にシフトし、マスクをかけ二次元逆フーリエ変換する。この信号を四則演算することにより RGB の部分ストークス・パラメータ $s_j=[s_{0j}, s_{1j}, s_{2j}]$ が得られる。ただし、 j は R,G,B を示す。

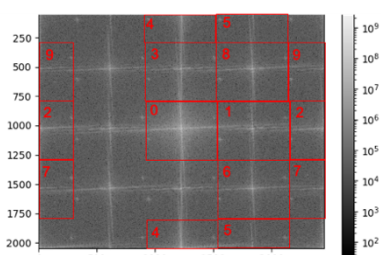


Fig.1 Power spectrum

Table 1 Fourier coefficients

i	Spatial Frequency	Real a_i	Imaginary b_i
0	0	$\frac{1}{8}(s_{0B} + 2s_{0G} + s_{0R})$	
1	$\frac{m}{2}\pi$	$\frac{1}{16}(-2s_{0B} + 2s_{0G} - s_{1B} + s_{1R} - s_{2B} + s_{2R})$	$\frac{1}{16}(-2s_{0B} + 2s_{0G} + s_{1B} - s_{1R} + s_{2B} - s_{2R})$
2	$m\pi$	$\frac{1}{8}(s_{1B} + 2s_{1G} + s_{1R} + s_{2B} + s_{2R})$	
3	$\frac{3}{2}\pi$	$\frac{1}{16}(2s_{0B} - 2s_{0G} + s_{1B} - s_{1R} - s_{2B} + s_{2R})$	$\frac{1}{16}(2s_{0B} - 2s_{0G} - s_{1B} + s_{1R} + s_{2B} - s_{2R})$
4	$n\pi$	$\frac{1}{8}(s_{1B} + 2s_{1G} + s_{1R} + s_{2B} + s_{2R})$	
5	$\frac{m+2n}{2}\pi$	$\frac{1}{16}(-s_{1B} + s_{1R} + s_{2B} - s_{2R})$	$\frac{1}{16}(-s_{1B} + s_{1R} + s_{2B} - s_{2R})$
6	$\frac{m-n}{2}\pi$	$\frac{1}{8}(s_{0B} - 2s_{0G} + s_{0R})$	$\frac{1}{8}(-s_{2B} + 2s_{2G} - s_{2R})$
7	$\frac{2m-n}{2}\pi$	$\frac{1}{16}(s_{1B} - s_{1R} + s_{2B} - s_{2R})$	$\frac{1}{16}(-s_{1B} + s_{1R} - s_{2B} + s_{2R})$
8	$\frac{m+n}{2}\pi$	$\frac{1}{8}(s_{1B} - 2s_{1G} + s_{1R})$	$\frac{1}{8}(s_{0B} - 2s_{0G} + s_{0R})$
9	$\frac{2m+1-n}{2}\pi$	$\frac{1}{16}(s_{1B} - s_{1R} + s_{2B} - s_{2R})$	$\frac{1}{16}(s_{1B} + s_{1R} + s_{2B} - s_{2R})$

図 2 に補間した RGB 部分ストークス・パラメータを示す。図 2(a)はカラーチャートに偏光フィルムをのせたものを検出した画像、図 2(b)はカラー画像である。図 2(c)で示す補間した結果から、RGB の光強度 s_0 成分がカラーチャートの赤色、緑色、青色の対応した色でピークがきていることがわかる。偏光板を置いたところには s_1, s_2 成分が大きく得られており、カラーチャートのみの部分にはゼロであるため、偏光計測ができていることがわかる。カメラの検出した解像度と測定したストークス・パラメータの解像度が一致しているため、補間可能となった。

参考文献

1. Y.Maruyama, *et al.*, *IEEE Trans. on Ele. Dev.*, 65, 6, 2544-2551 (2018).
2. J. S. Tyo, *et al.*, *Opt. Lett.* 34: 3187-3189 (2009).

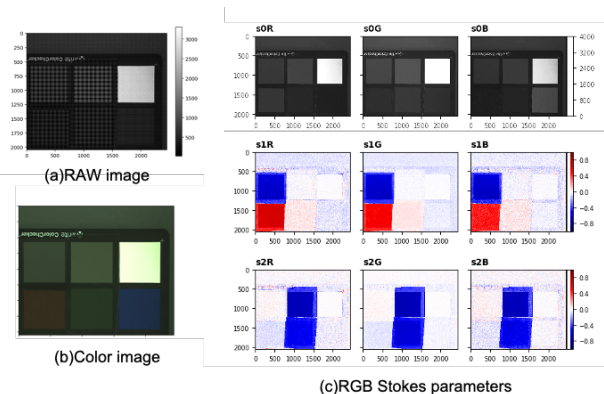


Fig.2 Interpolation result of Stokes parameters