

ショート MMF 顕微鏡による測定画像の改善

Improvement of images using short multimode fiber scope

山形大¹, 東京農工大² 石原将太郎¹, 須藤 宙¹, 菅野敬浩¹, 高橋俊博¹, 西舘 泉², ○佐藤 学¹
Yamagata Univ.¹, Tokyo Univ. of Agriculture and Technology², Syoutarou Ishihara¹, Hiroshi Sudo¹,
Takahiro Kanno¹, Toshihiro Takahashi¹, Izumi Nishidate², and ○Manabu Sato¹

E-mail: msato@yz.yamagata-u.ac.jp

生体組織に対して深部の *in vivo* イメージング技術は、組織診断や組織の機能解明に向けて重要である[1,2].我々は、光通信用の GI(graded index)マルチモードファイバーに着目し、長さ約 5mm の SMMF(short multimode fiber)による画像測定を報告した[3]. SMMF は、クラッド径 140 μm , コア径 100 μm で、両端面は通常のファイバーカッターによる垂直端面である. 画像測定は生物顕微鏡を用いて行い、光源はハロゲンランプであり、透過画像と反射画像を測定した. 反射画像測定では、背景画像を抑制するために偏光子を 2 枚直交状態で用いた. カメラは、浜松ホトニクス社の CCD カメラ(C4880-80, 656x494 pixel, 10 bit)を用いた. 物体からのメリディオナル光線以外の成分等で、背景光の増大や画像のボケ、歪が発生する. 今回、SMMF で得られた画像を改善するために、背景成分除去によるコントラストの増大とデコンボリューションの有効性を検討したので報告する.

コントラスト増大の画像処理システムは、Labview を用いており、測定画像(656x494 pixel)に対して、対象領域(ROI, region of interest)を切り出し、輝度を 10bit(1024 階調)から 8bit(256 階調)に変換後、指定の背景レベルを減算後、輝度を最大階調まで定数倍した. また、デコンボリューション処理は、MATLAB に組み込まれている関数(MATLAB R2009a Image Processing Toolbox: deconvblind)を使用した. この関数は最尤法で処理が行われている.

サンプルは、TP(USAF test pattern)と植物の葉であり、ROI 画像(200×200 pixel)を Fig.1(a), 2(a) に示す. 26%の背景成分の減算を行い、最高輝度が 255 階調になるように輝度を 1.6 倍した画像を Fig.1(b)に示す. Fig.2(a)に対しては、45%の背景成分を減算し、最高輝度が 255 階調になるように輝度を 2 倍した画像を Fig.2(b)に示す. また、それぞれにおいて、黒線で示した領域 1,2 における強度プロファイルを Fig.3, 4 に示した. 領域 1 は、線間隔 5.52 μm の TP である. これより、領域 1 におけるコントラストが 1.4 倍(2.1%→2.9%)に改善され、領域 2 については 3.5 倍(9.5%→33.3%)に改善されたことがわかる.

次に、デコンボリューション処理による画像を Fig.1(c), 2(c)に、強度プロファイルを Fig.3,4 に示す. PSF(point spread function)のサイズは 3×3 pixel, 処理の反復回数は 10 回で行った.デコンボリューション処理により Fig.1(c)の周辺部にアーティファクトが発生しているのがわかる. また、Fig.3,4 の強度プロファイルの先鋭化からコントラストと空間分解能の改善が確認できるが、ピーク位置のシフトも発生するので注意が必要である.

今回、SMMF 顕微鏡で測定した画像に対して、画像処理による改善を目的に、コントラストの増大とデコンボリューション処理の有効性が確認できた.

[1] J. Sun et al., J. Biomed. Opt., **15**, 4, 040502 (2010).

[2] T. Ogasawara et al., J. Opt. Soc. Am. B, **13**, 10, 2193 (1996).

[3] 菅野他,第 73 回応用物理学術講演会, 12a-F3-3 (2012).

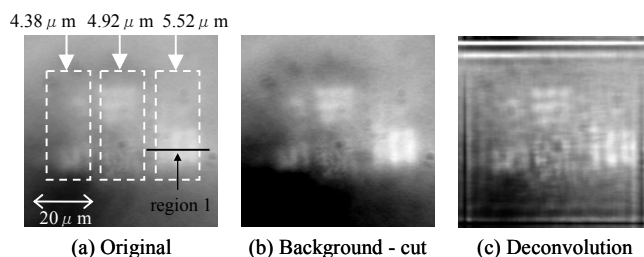


Fig.1 Reflection image of test pattern with SMMF.

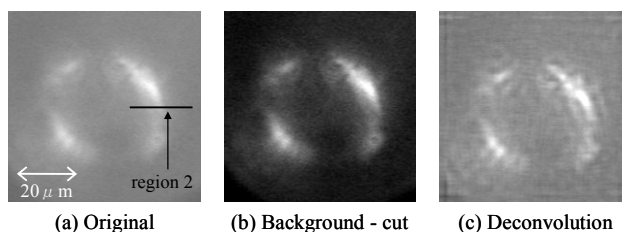


Fig.2 Reflection image of leaf surface with SMMF.

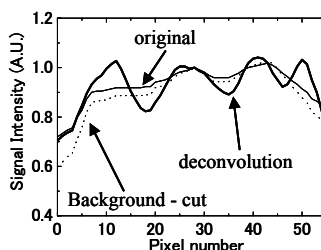


Fig.3 Intensity profiles of the region 1.

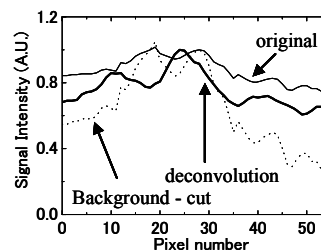


Fig.4 Intensity profiles of the region 2.