

単一のハイパースペクトル画像を用いた反射成分と多重蛍光成分の分離およびアンミキシング

Simultaneous Separation of Reflective and Fluorescent Components and Spectral Unmixing Using a Single Hyperspectral Image

○大原 直之¹、Yinqiang Zheng²、佐藤 いまり^{1,2}、山口 雅浩¹ (1. 東工大、2. 国立情報学研)

○Naoyuki Ohara¹, Yinqiang Zheng², Imari Sato^{1,2}, Masahiro Yamaguchi¹

(1.Tokyo Tech., 2.National Institute of Informatics.)

E-mail: ohara.n.aa@m.titech.ac.jp

1 はじめに

近年、ハイパースペクトル画像から反射成分と蛍光成分を分離する手法が開発されている[1,2]が、生体イメージング等においては複数種類の蛍光体の分離(アンミキシング)を行うことも必要となる[3]。本研究では、1枚のハイパースペクトル画像から、反射成分と蛍光成分の分離および複数種類の蛍光体のアンミキシングを同時に行う方法を提案し、実験によって有効性を確認した。

2 提案手法

シーンに含まれる蛍光体の発光スペクトルを事前に計測し、既知である場合を考える。観測されるスペクトルは反射成分と発光成分の線形和であると考えられるので以下の式が成り立つ。

$$\mathbf{g} = L\mathbf{r} + E\mathbf{q} = [L \quad E] \begin{bmatrix} \mathbf{r} \\ \mathbf{q} \end{bmatrix}$$

(\mathbf{g} :観測されるスペクトル、 L :照明光スペクトルを対角に並べた行列、 \mathbf{r} :反射率、 $E = [\mathbf{e}_1, \dots, \mathbf{e}_p]$:発光スペクトルを並べた行列、 \mathbf{q} :蛍光体量)

一般的な光源では $[L \quad E]$ の条件数が悪くなり、安定的に解けないが、波長方向に鋭い輝線を多く含む光源(D2C)は発光スペクトルと分布が大きく異なるので、条件数が良くなり、解が求まる。また劣決定であるので、 \mathbf{r} が滑らかになる解を採用することで下式により \mathbf{r} 、 \mathbf{q} を同時に求める。

$$\begin{bmatrix} \mathbf{r} \\ \mathbf{q} \end{bmatrix} = \arg \min_{\begin{bmatrix} \mathbf{r} \\ \mathbf{q} \end{bmatrix}} \epsilon \|D\mathbf{r}\|_2^2 + \|\mathbf{g} - [L \quad E] \begin{bmatrix} \mathbf{r} \\ \mathbf{q} \end{bmatrix}\|_2^2$$

($\epsilon > 0$, D :二次微分の行列)

3 実験

2種類の蛍光ペンと1種類の非蛍光ペンで蛍光を含まない紙片上に図1(a)に示すパターンを描いた。これを上述のD2C光源で照明してハイパースペクトルカメラ(EBA Japan NH-7)で撮影した。画像の各ピクセルに提案手法を適用し、蛍光体量の分布を画像にし(図1(c)(d))、いくつかの領域について反射率の評価を行った(図2)。反射率の推定誤差は、RMSEで4.34%~13.8%であった。蛍光体量は、少なく推定される部分と多く推定される部分があった。少なく推定される部分は蛍光成分が吸収されていると考えられるため、推定した反射率から蛍光体量の補正を試みたところ、ある程度の改善が見られた(図3)。多く推定される部分は蛍光体が他の蛍光に励起されているものと考えられる。

ころ、ある程度の改善が見られた(図3)。多く推定される部分は蛍光体が他の蛍光に励起されているものと考えられる。

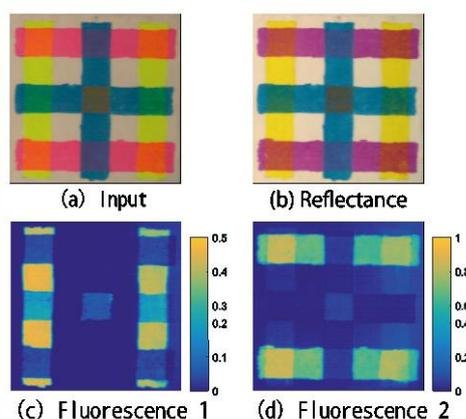


図1 反射率と蛍光体量の推定

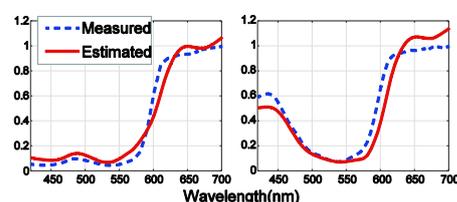


図2 反射率の評価

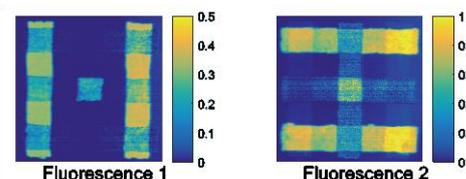


図3 補正した蛍光体量

4 結論

1枚のハイパースペクトル画像から反射成分と複数の蛍光成分の分離を行う方法を示した。蛍光体量の推定は蛍光体や他の物質との相互作用が影響することが分かり、反射率からの補正を行った。今後は蛍光体のスペクトルが未知の場合の推定、さらに動画像への適用を行う予定である。

参考文献

- [1] Y. Fu et. al., ICCV, 2013, pp. 457-464
- [2] Y. Zheng, et. al., ICCV, 2015, pp. 3523-3531
- [3] B. Kraus et. al., Modern Research and Educational Topics in Microscopy Vol.2, 2007, pp.863-872