

## ニューラルネットワークを用いた RGB 画像からのハイパースペクトル画像生成手法の提案 Proposal of Hyperspectral Image Generation Method from RGB Image by Using Neural Network

高尾 郁也<sup>†</sup>鍋木 崇史<sup>‡</sup>栗原 陽介<sup>†</sup>

Ikuya Takao

Takashi Kaburagi

Yosuke Kurihara

### 1. はじめに

近年、通常の RGB 領域の画像よりも多くの情報を含んだ画像を撮影できるハイパースペクトルカメラの開発が急速に進んでいる。従来の RGB 画像では識別が困難であった対象を識別できるため、工業分野での異物検知や医療分野での疾患検知、農業分野での植生観察などで、高い有用性が大きく注目されている。しかしながら、ハイパースペクトルカメラのデメリットとして、非常に高価なことが挙げられ、導入コストの大きさがハイパースペクトル画像を用いたアプリケーション普及の妨げとなっている。そのため、ニューラルネットワークを用いて、RGB 画像からハイパースペクトル画像の生成モデルを構築することで、安価な RGB カメラのみを使用してハイパースペクトル画像が得られることができれば、様々な分野でハイパースペクトル画像を用いた応用が可能となる。

低次元の波長を持つ画像から高次元の波長を持つ画像を生成する手法として、グレースケール画像から RGB 画像を生成する手法が提案されている。小林らは、ニューラルネットワークによって RGB 画像の色差信号を算出することでグレースケール画像から RGB 画像を生成する手法を提案している[1]。また、新家らはグレースケール画像から RGB 画像を生成する手法としてディープニューラルネットワークの一種である CNN を使用した手法を提案している[2]。また、佐藤らは CNN に GAN を加えたグレースケール画像から RGB 画像を生成する手法を提案している[3]。しかしながら、RGB 画像からハイパースペクトル画像を生成する手法については研究が行われていない。

そこで、本研究では、RGB 画像から、波長領域を拡張したハイパースペクトル画像を生成する手法を提案する。

### 2. 提案手法

図 1 に提案手法の概要を示す。まず、ハイパースペクトルカメラを用いて、ハイパースペクトル画像と RGB 画像を取得する。ハイパースペクトル画像は各画素  $H$  次元の波長の情報を持ち、RGB 画像は各画素 3 次元の波長の情報を持つ。ハイパースペクトル画像が持つ  $H$  次元の波長の情報は、RGB 画像が持つ 3 次元の波長の情報を拡張したものであり、多くの波長帯域におけるスペクトル情報を有している。これらの RGB 画像を入力、ハイパースペクトル画像を出力としてニューラルネットワークを学習させ、RGB 画像の 3 次元のデータから、ハイパースペクトル画像の  $H$  次元のデータが得られる生成モデルが構築される。学習に用いるニューラルネットワークは、複数の中間層を持つディープニューラルネットワークとし、RGB 画像とハイパースペクトル画像のパターンを学習させる。

新たな RGB 画像が得られたとき、学習させたニューラルネットワークに入力することで、より多くの波長の情報を

持つハイパースペクトル画像が得られる。よって、RGB 画像から多くの波長の情報を有するハイパースペクトル画像を取得することができる。

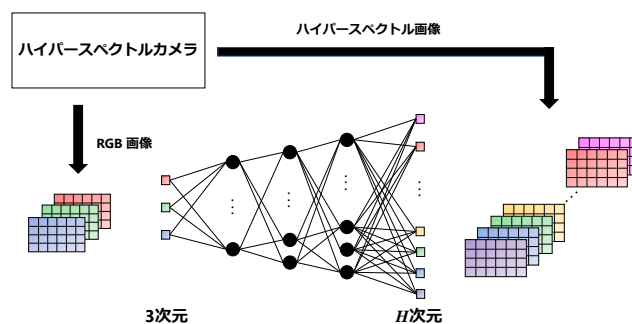


図 1 提案手法の概要

### 3. 実験

#### 3.1 実験環境

検証実験では、ハイパースペクトルカメラとして Pika XC2 (RESONON) を使用した。Pika XC2 は、398.67-1016.78nm の波長範囲のハイパースペクトル画像を撮影でき、1.34nm の分解能を持ち、462 次元の波長情報を持つ。出力される画像のサイズは 1600×1110 画素となっており、同時に RGB 画像も取得できる。

#### 3.2 実験手順

本実験では、画像撮影場所を研究室内とし、合計 9 枚の画像を取得した。研究室の様子を被写体とし、無作為に 9 枚の画像を撮影した。光源は研究室内の蛍光灯とし、十分な明るさを確保した上で行った。

RGB 画像からハイパースペクトル画像の生成には、取得したハイパースペクトル画像の 462 次元のデータの内、576.02- 588nm の波長帯域の 10 次元のデータを対象とした。よって、ハイパースペクトル画像を推定するための生成モデルは、入力層が 3 次元、出力層が 10 次元のニューラルネットワークとなり、RGB 画像のデータから 576.02- 588nm の波長帯域の情報が推定される。

#### 3.3 評価方法

本実験では、ハイパースペクトルカメラによって撮影されたハイパースペクトル画像と、RGB 画像からハイパースペクトル画像を生成する生成モデルによって推定されたハイパースペクトル画像の平均絶対誤差(MAE)、決定係数(R<sub>2</sub>\_score)を算出することで、評価を行う。9 枚目の画像のみを学習させ、残りの 8 枚の画像について、ハイパースペクトル画像の推定を行う。1 枚の画像につき、波長帯域が 576.02- 588nm とする 10 次元のデータが格納されており、1 次元分の平均絶対誤差と決定係数を求める。そして、10 次

元分の平均絶対誤差と決定係数の平均を求め、その値を 1 枚の画像に対する評価値とする。最終的に、学習に使用していない 8 枚の画像に対する評価値の平均を算出し、その値をもって評価を行う。

#### 4. 実験結果

ハイパースペクトルカメラで撮影したハイパースペクトル画像と生成モデルによって推定されたハイパースペクトル画像から算出した平均絶対誤差(MAE)と決定係数(R2\_score)を表 1 に示す。平均絶対誤差は画像 6 において最も小さくなり、画像 8 において最も大きくなった。また、決定係数は画像 2 で最も小さくなり、画像 3 で最も大きくなった。そして、表 2 には、画像 1 の各次元における平均絶対誤差と決定係数を示す。平均絶対誤差は 4 次元目で最も小さく、10 次元目で最も大きくなっていることが分かる。決定係数は 2, 3 次元目で最も大きく、10 次元目で最も小さくなっている。

また、図 2 には、取得した RGB 画像の一例を示している。そして、図 3～図 5 にはハイパースペクトルカメラから取得したハイパースペクトル画像と生成モデルによって推定されたハイパースペクトル画像を示している。ハイパースペクトル画像の撮影対象は図 2 に示す RGB 画像と全く同じである。図 3 には、波長帯域を 576.02nm とする 1 次元目、図 4 には、波長帯域を 581.34nm とする 5 次元目、図 5 には、波長帯域を 588 nm とする 10 次元目の画像を示す。各図の左側がハイパースペクトル画像、右が推定されたハイパースペクトル画像となっている。

表 1 算出した平均絶対誤差と決定係数

画像番号	MAE	R2_score
1	5799.74	0.54
2	6633.97	-0.27
3	6418.49	0.92
4	6707.89	0.82
5	6104.41	0.79
6	5023.16	-0.09
7	5046.46	0.88
8	6803.19	0.88
平均	6067.16	0.56

表 2 推定されたハイパースペクトル画像 1 の各次元における平均絶対誤差と決定係数

次元(波長帯域)	MAE	R2_score
1(576.02nm)	5405.15	0.56
2(577.35nm)	5386.31	0.57
3(578.68nm)	5372.36	0.57
4(580.01nm)	5118.34	0.56
5(581.34nm)	5320.88	0.55
6(582.67nm)	5497.47	0.56
7(584nm)	5822.83	0.54
8(585.33nm)	5988.41	0.53
9(586.67nm)	6289.72	0.52
10(588 nm)	7795.91	0.45



図 2 RGB 画像の一例



図 3 推定されたハイパースペクトル画像 (576.02nm)

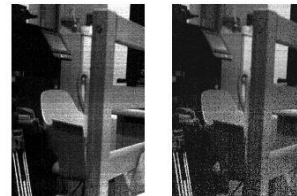


図 4 推定されたハイパースペクトル画像 (581.34nm)

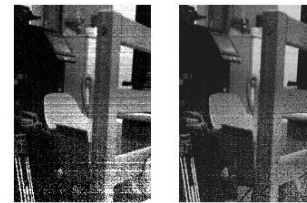


図 5 推定されたハイパースペクトル画像 (588 nm)

#### 5. 考察・展望

本研究ではニューラルネットワークを用いた RGB 画像からのハイパースペクトル画像生成手法を提案し、画像の種類によって精度にばらつきがあるという結果になった。原因としては、学習させた画像のスペクトルに一定の偏りがあったためと考えられる。今後は、CNN や GAN などのニューラルネットワークの他の手法を用い、精度の向上を図る必要があると考えられる。

#### 参考文献

- [1] 小林洋平, 白山 晋, "モノクロ画像のカラー化に関する基礎的研究", 映像情報メディア学会誌, 59 巻 5 号, p. 769-775 (2005)
- [2] 新家 歩, 森 和貴, 原田 智広, ターウンマットトラック, "CNN ベースのカラー化手法の検証とその改善法の提案", 2017 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, 2017 巻(2017)
- [3] 佐藤和那嘉, 新家 歩, ターウンマットトラック, 原田 智広, "GAN と CNN を用いた絵画のカラー化", 2018 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, 2018 巻(2018)

† 青山学院大学 Aoyama Gakuin University

‡ 国際基督教大学 International Christian University