

1. はじめに

セマンティックセグメンテーションは画素毎に属するクラスを求めるタスクであり、深層学習による手法 U-Net[1] が提案され、高い精度を実現している。しかし、撮影条件により画素値が変動した場合、コンクリート製の道路や土壌、植生領域のセグメンテーション精度が低下するという問題がある。本研究では、高精度なセマンティックセグメンテーションを目的とし、U-Net への適切な入力として、マルチスペクトル画像のカラー合成画像を使用する手法を提案する。

2. U-Net によるセマンティックセグメンテーション

セマンティックセグメンテーションでは、畳み込みと Pooling を行う Encoder と、Unpooling と畳み込みを行う Decoder を組み合わせたネットワーク構造が用いられる。Encoder で、Pooling が何度も行われると、局所特徴が欠落し、小領域のセグメンテーションが困難という問題がある。図 1 に示す U-Net は、Encoder の畳み込み層で抽出した高解像度の特徴マップを、Decoder の Unpooling 層後の特徴マップに組み合わせる処理 (Copy and Crop) により、大域的な特徴と局所特徴の双方を捉えることができるような構造である。

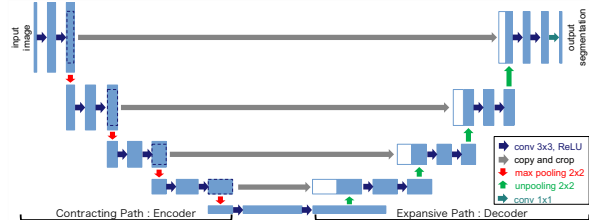


図 1: U-Net の構造

3. 提案手法

本研究では、U-Net の入力としてマルチスペクトル画像のカラー合成画像を用いる手法を提案する。マルチスペクトル画像は、複数の波長帯を観測した画像群である。そこから得られる情報の一つに、物質に応じて異なる特定波長帯の反射特性がある。様々な波長帯のマルチスペクトル画像を組み合わせることで、特定物質に着目した画像を生成できる。このマルチスペクトル画像を組み合わせる処理をカラー合成と呼ぶ[2]。本研究では、カラー合成として以下のような、RGB 波長、ナチュラルカラー、フォールスカラーを用いる。

RGB 波長 赤の波長データを赤、緑の波長データを緑、青の波長データを青のチャンネルに割り当てる。

ナチュラルカラー 赤の波長データを赤、近赤外波長データを緑、緑の波長データを青のチャンネルに割り当て、植物を明瞭な緑色で表現する。

フォールスカラー 近赤外波長データを赤、赤の波長データを緑、緑の波長データを青のチャンネルに割り当て、植物を赤色で表現する。

本研究では、ハイパースペクトルカメラ (NH-7) で撮影された 350[nm] から 1,100[nm] のスペクトル画像のうち、植生の反射特性が高い 895[nm] の近赤外波長スペクトル画像を用いて、各カラー合成画像を図 2 のように生成する。

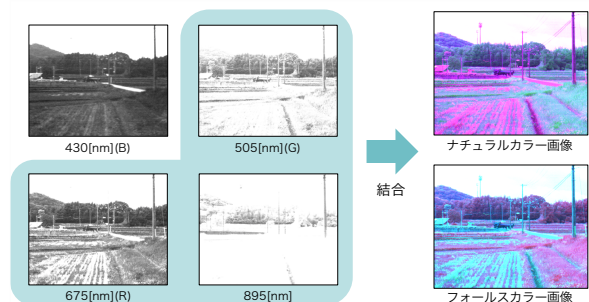


図 2: マルチスペクトル画像によるカラー合成

4. 評価実験

カラー合成画像を用いたセマンティックセグメンテーションの有効性を調査するため、評価実験を行う。

4.1. 実験概要

本実験では、U-Net への入力として RGB 波長画像と、近赤外波長スペクトル画像を組み合わせるナチュラルカラー画像、フォールスカラー画像を比較する。使用するデータセットは、屋外で撮影された RGB 波長画像及びマルチスペクトル画像で構成され、学習に 230 枚、評価に 10 枚使用する。また、Data Augmentation を行い、学習データの多様化を図る。セグメンテーションする対象は空、水、土壌、道路、建物、植生、車の 7 クラスである。

4.2. 実験結果

表 1 に評価結果を示す。表 1 より、ナチュラルカラー画像では、Global Accuracy が約 6%、Class Accuracy 及び Mean IoU が約 5% 向上した。評価画像に植生領域が多く占められているため、植生を強調するナチュラルカラー画像は、全ての評価指標において高い精度を得ることができた。

表 1: 評価結果 [%]

カラー合成	Global Accuracy	Class Accuracy	Mean IoU
RGB 波長	85.8	41.5	36.4
ナチュラルカラー	91.3	46.3	41.8
フォールスカラー	91.1	45.6	40.6

図 3 に、各カラー合成画像とセマンティックセグメンテーション結果を示す。図 3 より、植生に着目しているナチュラルカラー画像及びフォールスカラー画像は、RGB 波長と比較して、植生領域と建物・土壌・水領域が正確に分割できていることがわかる。

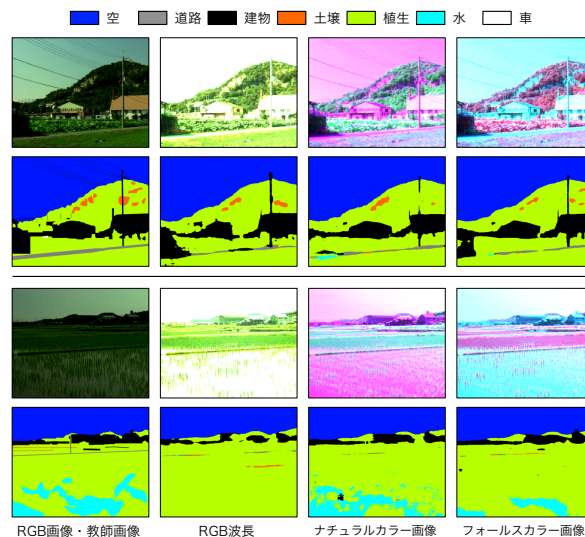


図 3: セグメンテーション例

5. おわりに

本研究では、マルチスペクトル画像のカラー合成によるセマンティックセグメンテーションの高精度化を実現した。今後は、学習データにおける各クラスの出現頻度を考慮した学習方法の併用を検討する。

参考文献

- [1] O. Ronneberger, *et al.*, "U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation", MIC-CAI, Vol.9351, pp.234–241, 2015.
- [2] E. Shimizu, *et al.*, "Color Composite of Satellite Remotely Sensed Image Integrating Principal Component Analysis and Normal Varimax Rotation", JS-RPS, Vol.36(5), pp.35–41, 1997.