

マルチスペクトル・カメラによる茶園場近接画像の深層学習による 茶品質予測

Tea quality estimation by deep learning of tea field proximity images with a multispectral camera

○新井 一成¹ 國島 学², 生駒 祐一³

○Kazunari Arai¹, Satoru Kunishima², Yuichi Ikoma³

¹²³テラスマイル株式会社 ³内閣府, 農業・食品産業技術総合研究機構

¹²³TERRACE MILE, Inc. ³Cabinet Office, Agricultural Research Organization

Abstract: In this research, multispectral images and RGB images are acquired by a camera mounted on a large industrial drone and analyzed by deep learning appropriately, and as a result, it contributes to the quality prediction of agricultural products. Specifically, this drone flies at a height of 5 meters or less above the ground to take an image of a tea plantation, and a method of performing deep learning by extracting feature points by wavelet expansion. This is a research fields, so called “precision agriculture”, can be said that it is highly novel. In a general technique, a multispectral camera is taken from a height of 15 meters or more above the ground and processed into NDVI images or the like to check the condition of the field. However, many agricultural products do not meet the standards. Tea is not the fruit but the leaves themselves is a crop, and it can be said that each tea leaf is small and has a similar color, so the results of image analysis cannot be expected. We think that this can be solved by devising the imaging method, the type of image signal, and the analysis method. The case is more difficult than other crops and is a widely applicable study.

1. はじめに

本研究は、大型産業用ドローンに搭載したカメラにより、マルチスペクトル画像、RGB画像を取得し、適切に解析し、結果として農作物の品質予測に資するものである。具体的には、大型ドローンを地上高5m以下を飛行させて、茶園場の画像を撮影するのであり、ウェーブレット展開およびAKAZE特徴点抽出により、ディープラーニングを視野に入れる。これは精密農業（Precision Agriculture）の研究分野であるが新規性が高い。一般的な技法では、地上高15m以上からマルチスペクトル・カメラで撮影して、NDVI画像等に加工作して、圃場の状況を確認する。しかし、農作物はそもそも、規格が整わないものが多い。茶は実ではなく葉そのものが対象であり、さらに茶葉は小さく色味も近いので、一般的な画像解析による成果は期待できない。ここを撮影方法および画像信号の種別、解析方法を工夫することで解決できると考えた。茶の例は他の農作物と比べて難易度が高く、そのため広く応用が可能な研究となる。

2. 実験設備および実験環境

本研究の全てのドローン画像の撮影は、有限会社鹿兒島堀口製茶の宮吉圃場・中野上圃場にて同社協力のもと行われた。ドローンはエアロセンス社AEROBO AS-MC03-T, RGBカメラはSONY社のUMC-R10C, マルチスペクトル・カメラはMicasense社のAltumをそれぞれ使用した。2020年10月7日から2021年6月22日まで、断続的に10回撮影した。1回あたりの撮影時間は5~15時間で、数日に分けて日中撮影した。撮影高度は離陸前設定で地上高5mを主とし、比較のため7,10,15,20,25,30,35,40,45,50mから撮影した。無風時の設定で秒速1mで移動しながら撮影し、全て真上からの撮影とした。10回合計で10万枚以上の撮影に成功した。

3. 茶葉画像と果実画像の特徴点抽出

ドローン撮影した茶葉画像は、同高度である場合には、肉眼での区別は極めて難しい。そこで、AKAZE特徴点抽出を行い、具体的な特徴点を抽出した。



図1 茶葉画像(地上高5m,5456x3632ピクセル)

$$f(\sigma) = -\frac{x^2+y^2-2\sigma^2}{2\pi\sigma^6} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)$$

式1 特徴点抽出のスケール探索

比較のため、茶葉と果実の同一の画像について、それぞれ特徴点抽出を行った。特徴点抽出は輝度方向の傾きによって検出される。果実の特徴点抽出であれば、へたや丸みなど、輝度特徴が明確な数点の特徴点が抽出される。一方茶葉については、画像全体に大量の特徴点が抽出される。特徴点がありすぎることは、却って何らの特徴も判断できないことと同義である。

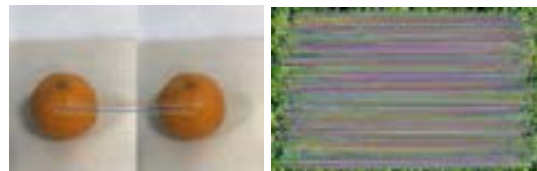


図2 同一画像の特徴点抽出

次に、同一対象物を少しだけずらして撮影した2つの画像の特徴点抽出を行った。茶葉についてはドローン飛行で連続して撮影された2枚の画像を用いた。果実はへた等の特徴点が抽出されたが、お茶はわずかな撮影地点の違いにもかかわらず、多くの場合において特徴点が抽出できなかった。

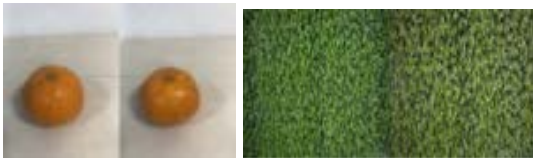


図3 隣接画像の特徴点抽出

茶葉のように対象が極めて小さく、かつ密集した農作物画像は、上記のようにスムーズな特徴抽出が困難といえる。そこで、適切な特徴量抽出のため、以下、画像情報量の削減方法について検討する。本研究では特徴量抽出のための方法として、Daubechiesウェーブレット展開とDCGANに着目した。

4. Daubechiesウェーブレット展開

ウェーブレット展開は時系列信号を複数のウェーブレットに分解することで特徴量を抽出する手法であり、1次元ウェーブレット展開が音声信号に、2次元ウェーブレット展開が画像処理に利用される。以下は我々の採用するDaubechiesウェーブレット(多重解像度解析)である。

$$\varphi(x) = \sum_{k=0}^{N-1} h_k \varphi(2x - k) \quad \psi(x) = \sum_{k=0}^{N-1} g_k \varphi(2x - k)$$

式2 Daubechiesウェーブレットのマザーウェーブレット及びスケーリング関数

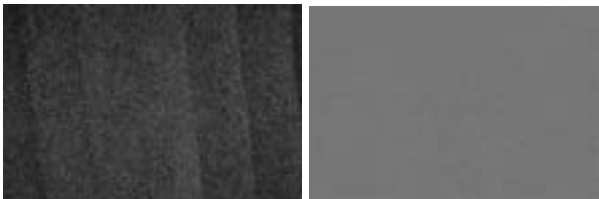


図4 茶葉のウェーブレット展開

ウェーブレット展開により、上記画像のように、元の画像の特徴を残したまま、画像情報量を削減することが可能である。ウェーブレット展開を用いることで、5つのマルチ・スペクトルを合成することなく、各々の情報量を抽出することが可能となる。ウェーブレット展開後のAKAZE特徴点抽出を以下に示す。

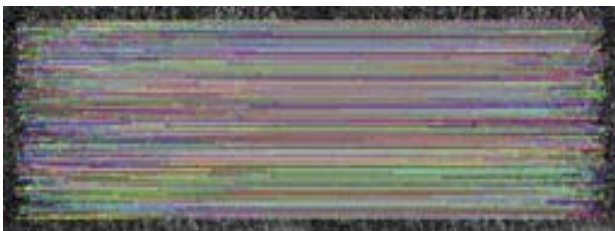


図5 Daubechiesウェーブレットと特徴点抽出

5. DCGAN

DCGAN(Deep Convolutional Generative Adversarial Networks)はディープラーニングにおける生成モデルの一つで、生成器ネットワークと識別器ネットワークが競い合うように学習することを通じて、人工的な画像生成することが可能である。特にDCGANは畳み込みニューラルネットワークを利用しており、画像解析に利用しやすい。

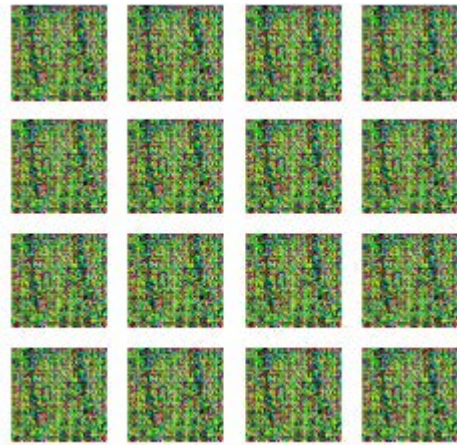


図5 DCGAN

6. 考察と今後の展望

ウェーブレット展開前の茶葉画像の特徴点がおよそ100,000点前後であったのに対し、ウェーブレット展開後の茶葉画像の特徴点は10,000点前後であり、情報量削減が可能といえる。また、DCGANによる画像生成は画像の畳み込みが行われており、この点で特徴量の抽出に有効と考えられる。今後撮影時期ごとの特徴量の相違等詳細に検討し、品質予測につなげたい。

参考文献

- [1]M.L.Simpson,J.F.Jansen(1991),”Imaging Colorimetry: A New Approach”,Appl.Opt.30.
- [2]D.Peter,R.S.Berns(1996),Analysis Multispectral Image Capture,The Fourth Color Imaging Conference:Color Science,Systems and Applications.
- [3]J.Brauers,T.Aach (2006),”A Color Filter Array Based Multispectral Camera”, Lehrstuhl für Bildverarbeitung.
- [4]S.Hochreiter,J.Schmidhuber(1997),Long short-term memory,Neural Computation,Vol.9,No.8.
- [5]G.Lai, W.C.Chang, Y.Yang, H.Liu,(2018). “Modeling long-and short-term temporal patterns with deep neural networks”, In The 41st International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval,Institute of Imaging & Computer Vision.
- [6]A.Grossmann,J.Morlet(1984),Decomposition of Hardy function into square integrable wavelets of constant shape,SIAM journal of Mathematical Analysis Vol.15.
- [7]I. Daubechies(1992), Ten lectures on wavelets, CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics, 61, Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, PA.

連絡先

國島 学
テラスマイル株式会社
〒880-0001
宮崎県宮崎市橋通西1-5-30-207
E-mail: sa.kunishima@terasuma.jp