

インコヒーレント照明パターンと色情報抽出による物体認識 Object Recognition by Using Incoherent Illumination Pattern and Extracting Color Information

°数藤 和也^{1*}, 下村 優², 小倉 裕介²

°Kazuya Sudo^{1*}, Suguru Shimomura², and Yusuke Ogura²

1. 大阪大学工学部, 2. 大阪大学大学院情報科学研究科

1. Faculty of Engineering, Osaka University

2. Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

*k-sudou@ist.osaka-u.ac.jp

In this study, we propose an object recognition system based on responses to incoherent light with color information. By obtaining optical responses to incoherent light-pattern illumination and by extracting the color information of a target object in the optical responses, the recognition performance can be improved. We demonstrated that the proposed system achieved 66.7% accuracy in binary classification using two classes from the CIFAR-10 dataset.

単一画素イメージングに基づく光学的機械学習フレームワーク (MLSPI) は、インコヒーレント光照射による物体からの反射光強度をもとに物体を認識する¹⁾。MLSPI では対象物体の形状に応じた照射パターンに対する光強度を計測する。一方、単一画素による強度情報に応じた認識のため、物体固有の色情報は利用できない。色情報を活用できれば、より多くの物体情報を抽出でき、認識性能の向上に寄与すると考えられる。そこで本研究では、対象物体からの色情報を考慮した MLSPI の構築をめざす。光照明パターンに対する光応答から色情報を抽出し、それぞれに対する重み付けにより物体認識を行う。

図1に色情報を用いた MLSPI の概念図を示す。計測対象となる物体 $\mathbf{X}$ は RGB の各チャンネルにおける情報に基づく行列 $\mathbf{X} = [\mathbf{X}_R, \mathbf{X}_G, \mathbf{X}_B]^T$ として表される。光パターン $\mathbf{W}$ を照射した時、物体からの光応答は $\mathbf{y} = \alpha_R \mathbf{W} \mathbf{X}_R^T + \alpha_G \mathbf{W} \mathbf{X}_G^T + \alpha_B \mathbf{W} \mathbf{X}_B^T$ で表される。ここで、 $\alpha_R, \alpha_G, \alpha_B$ はそれぞれ各チャンネルの反射光強度に対する重みを表す。提案手法では、クラス i に対する出力 y_i が最大の値となるよう勾配降下法により照明パターン $\mathbf{W}_i$ と重み $\alpha_i = [\alpha_{iR}, \alpha_{iG}, \alpha_{iB}]$ を最適化する。物体認識時には、最適化した照明パターンを対象物体に照射し、分光器を用いて物体からの光応答を取得する。得られたスペクトルデータを RGB データに変換し、重みづけることで物体を識別する。各クラスの出力値は色情報の重みによって出力結果が変化するため、物体の色情報に対応した照明パターンを設計できる。

本手法の有効性を検証するため、カラー画像のデータセット CIFAR-10 のうち、2つのクラスにおける分類性能を評価した。分類には、クラス2 (鳥)・クラス3 (猫)・クラス4 (鹿)・クラス6 (カエル) を使用した。実験では、紙に印刷したカラー画像に最適化した照明パターンを照射し、光応答のスペクトルを取得した。変換された RGB データに最適化された色重みを適用し出力結果を得た。各照明パターンにおける出力結果のうち、高い値を示した照明パターンのクラスを予測結果とした。2クラス分類における MLSPI と本手法の分類精度を表1に示す。クラス2と3、クラス2と6における2クラス分類では MLSPI と分類性能は等しくなった。一方、クラス3と4を用いた2クラス分類では、MLSPI は41.7%の予測精度に対し、提案手法では66.7%であった。本結果より、色情報を活用することで分類精度が向上することを実証した。

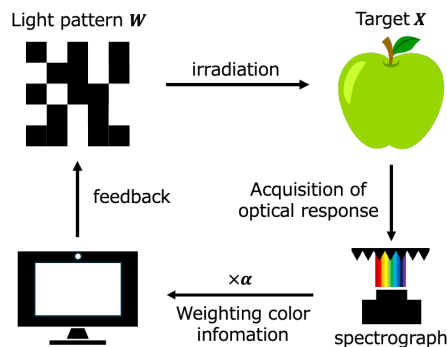


Fig.1 MLSPI using color information

参考文献

- 1) Jiao Shuming *et al.*, "Optical machine learning with incoherent light and a single-pixel detector," Optics Letters, Vol. 44, Issue 21, pp. 5186-5189 (2019).

Table 1 Classes and accuracy for each method

class	class	accuracy [%] (MLSPI)	accuracy [%] (Proposed Method)
2	3	66.7	66.7
2	6	83.3	83.3
3	4	41.7	66.7