

圧縮ラマンイメージングの精度評価

Accuracy of compressed Raman imaging

富山大理工 ^{○(M2)}舟橋 諒, 大嶋 佑介, 片桐 崇史

Graduate School of Science and Engineering, Univ. of Toyama,

^{○(M2)}Ryo Funahashi, Yusuke Oshima, Takashi Katagiri

E-mail: katagiri@eng.u-toyama.ac.jp

1. はじめに

ラマン分光法は、観測対象の分子構造を非破壊的に取得できるため、厚生労働省が第十七改正日本薬局方第二追補にラマンスペクトル測定法を追加するなど医薬品製造業での関心が高まっている。

圧縮センシングは、観測対象データがある基底においてスパースであることを利用して、少ないデータ数から対象を復元する手法である^[1]。我々は、製剤中の有効成分をターゲットとしたラマン分光イメージングの実験系を構築し、測定した結果を用いて圧縮センシングを行うことで、ラマンイメージが再構成可能であることを確認した^[2]。

本稿では、構造が明らかなサンプルに対し、イメージングの精度を評価した結果について報告する。

2. 実験系

今回構築した実験系を Fig. 1 に示す。MMF によってランダムに構造化された励起レーザ光を錠剤全面に照射し、照射パターンは CMOS カメラ、照射パターンに対応するラマンスペクトルは分光器から取得する。複数の異なる照射パターンに対して同測定を実施し、以下の式より、ラマンイメージを再構成する。

$$\hat{\mathbf{x}} = \min_{\mathbf{x}} \|\mathbf{x}\|_1 \text{ s.t. } \|\mathbf{A}\mathbf{x} - \mathbf{b}\|_2 \leq \varepsilon \quad (1)$$

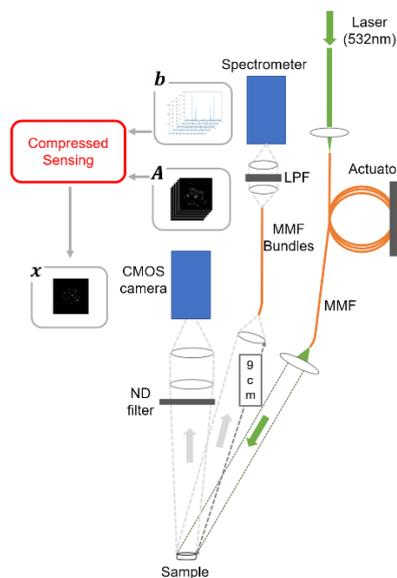


Fig. 1 Experimental system

ここで \mathbf{A} は照射パターン、 \mathbf{b} はラマン散乱光強度、 \mathbf{x} は求める画像であり、 ε は許容誤差である。今回の実験系では、アルミニウム基板上に 0.6 mm のドリルで穴を 4 点あけ、酸化チタンを詰めたものをサンプルとした。波長 532 nm の連続発振レーザを使用し、試料上の励起光強度を 412 mW とした。アクチュエータによって励起光伝送用の MMF の曲げ状態を変えながら 1 回 3 秒の測定を 100 回繰り返し、データセットを取得した。

3. 結果

サンプルの画像と、全変動最小化アルゴリズム ($\|\mathbf{x}\|_{TV}$) と \mathbf{x} の L_1 ノルム最小化アルゴリズム ($\|\mathbf{x}\|_1$) を適用して再構成を行った結果を Fig. 2 に示す。今回のサンプルでは、全変動最小化アルゴリズム ($\|\mathbf{x}\|_{TV}$) の方がよりターゲットの位置と輪郭を良くとらえている結果となった。実空間における再構成結果では、実空間でよりスパースな解を求めているため、ターゲットの粒を点として捉えようとしていると考えられる。今後は、実際の錠剤を用いて再構成精度の評価を行う。

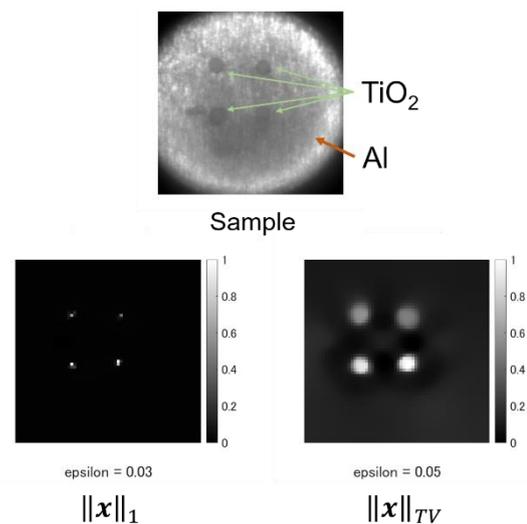


Fig. 2 Reconstructed images

参考文献

- [1] M. F. Duarte, et al., IEEE Signal Processing Magazine, vol. 25, pp. 83 - 91, 2008.
- [2] 舟橋 諒 他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 19p - Z28 - 3, 2021.