

圧縮センシングによる製剤の高速ラマンイメージング

High-speed Raman imaging of pharmaceuticals by compressed sensing

富山大理工 ^{○(MIC)}舟橋 諒, 大嶋 佑介, 片桐 崇史



Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama,

^{○(MIC)}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において、被写体の実空間におけるスパース性から、圧縮センシングによる高速化が実現可能であることを確認した^[2]。

本稿では、実験系を構築し、製剤のイメージングを実施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ー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。

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

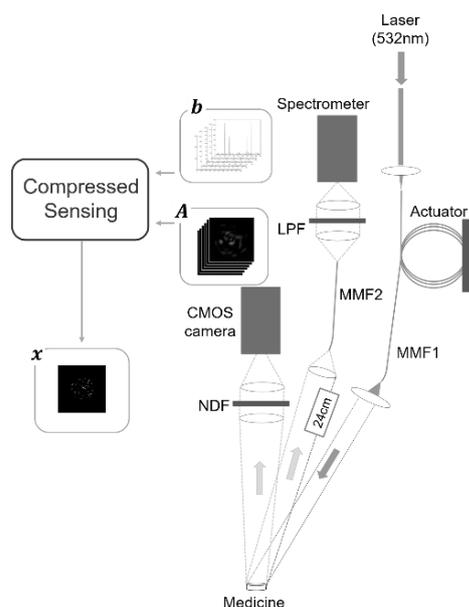


Fig. 1 Experimental system

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、アルミニウム基盤上の直径 10 mm の空孔の中心付近にタブレット状の市販薬品(パファリン A)の断片を置き、周囲を酸化チタンの粉末で固めたものをサンプルとした。波長 532 nm の連続発振レーザーを使用し、試料上の励起光強度を 360 mW とした。アクチュエータによってレーザー光を入射させた MMF の曲げ状態を変えながら 1 回 10 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

サンプルの画像と観測行列 \mathbf{A} に使用した照射パターンの一例、そして全変動最小化アルゴリズム ($\|\mathbf{x}\|_{TV}$) と \mathbf{x} が実空間でスパースであることを利用した 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。この結果より、本報告による実験系でのラマン分光イメージングの取得が可能であることが確認できた。今回の測定では、10 秒の測定を 100 回実施しているため、約 17 分の測定時間を要した。今後は、再構成精度を検討するとともに、更なる高速化を目指す。

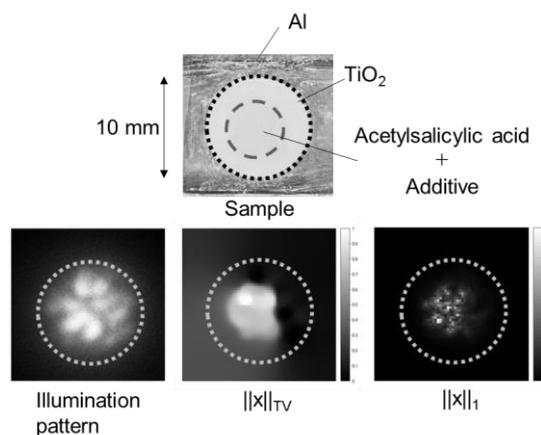


Fig. 2 Reconstructed images

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, レーザー学会学術講演会第 40 回 年次大会, H - 21 - P - 01, 2020.