

小腸活性度評価のための超音波-mode 像の 時間-空間解析法の提案

宮田 岳 阪田 治
東京理科大学大学院工学研究科電気工学専攻

1. はじめに

現在、医療現場において超音波診断装置を用いた診断(エコー検査)は多くの場面で用いられている。特に、大腸や小腸を観察する腹部エコー検査は、主に特定部位の疾患の発見に用いられているが、小腸の超音波診断を用いた日常的な健康診断というのは行われていない。そこで、本研究では、超音波動画画像解析により、小腸の活性度を数値化することで、人間の体調を評価することを目的とする。

超音波動画上において小腸の生体組織的な構造を把握することは困難とされている。そこで、本研究では、小腸で消化されている消化物に着目し、消化物の動きを観察することで、小腸の活動量調べることを可能にしている。

2. 消化物領域の抽出方法と課題

本研究では超音波診断装置を用いて撮影した小腸の画像を使用する。先行研究において、セグメンテーションしたのち、注目領域をバウンティボックスとして設定し、オプティカルフローにより動きベクトルを求めることで、消化物領域を求める手法が用いられている。[1]本研究ではここまでの手法はこのまま用いることとする。消化物領域抽出後の画像を図1に示した。



図1 下腹部断層画像と消化物領域抽出後の画像

また、先行研究において、小腸活性度評価値 A は流動度 F 、指向性の高い動きをしている領域の面積 S_{50} 、移動量の平均値 \bar{M}_{50} を用いて次式によって定義されている。[1]

$$A = \frac{0.1}{F} \times S_{50} \times \bar{M}_{50} \quad (1)$$

これにより評価された2つのサンプルを以下に示した。図2には平面方向に消化物が移動しているとみられる動画に対して、図3には奥行き方向に消化物が移動しているとみられる動画に対して、横軸をフレーム数、縦軸を評価値として評価値の推移を示した。本来、平面方向と奥行き方向の動きで大きく活性度は変わらないはずだが、評価値の最大値が大きく異なっており、平面方向と奥行き方向の評価基準の一致を課題と捉えた。

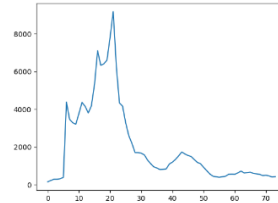


図2 平面方向評価値

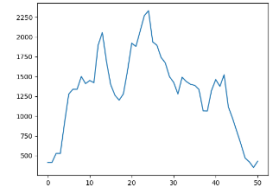


図3 奥行き方向評価値

3. 超音波動画の時間-空間解析法

2次元の超音波動画では消化物の動きが分かりづらいため、フレームごとの画像を時間方向とし3次元化することを考えた。CT データを立体的に見る方法の一つにサーフィスレンダリングというものがある。今回は、マーチングキューブ法により3次元ボクセルデータをポリゴンデータに変換し、サーフィスレンダリングを実行した。図4,5に平面方向と奥行き方向でそれぞれ、元動画の1フレームと3次元表現を示した。ただし、x軸は時間方向、y,z軸は画像の縦横(動画の1フレーム)である。

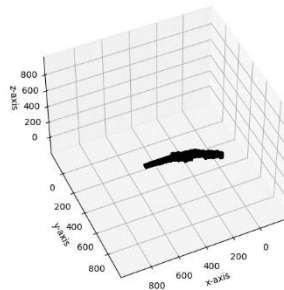


図4 平面方向

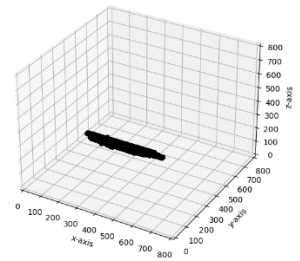


図5 奥行き方向

図4より、xの時間方向が進むにつれて、形状が曲がっていること読み取れ、消化物が平面方向に移動している様子が確認できた。また、図5より時間方向の最小付近と最大付近で形状が細く、中間付近で形状が太いことが読み取れ、消化物が奥行き方向に移動している様子が確認できた。

5. 今後の課題

今後は超音波動画の時間-空間解析法から得た消化物領域内部の画素の動きを小腸活性度評価のパラメータとして利用し、先行研究における小腸活性度評価値の式を改善することを予定している。

参考文献

- [1] 松浦和貴, "超音波 B-mode 動画解析に基づく小腸の蠕動運動活性度評価法" 東京理科大学電気工学科, 2021.