

1 はじめに

大腸腫瘍の良性・悪性は、その大きさや形状によって識別されている。この判断が切除手術の要否に関わるため、内視鏡画像から絶対的な大きさや形状を推定する技術が求められている。先行研究 [1] では、血管領域を参照物体としてポリープの大きさと形状を復元する手法が提案されている。本研究では、円筒形の内視鏡フードを参照物体とすることでポリープの大きさと形状を復元する手法を提案する。

2 提案手法

内視鏡レンズとフードの位置関係は不変であり、内視鏡の画角とフードの半径 R 及び突出長によって三次元情報を求められる。そこで、点光源・透視投影・反射率一様の条件下で、輝度値の式 (1) に基づいてシミュレーションを作成する。光源方向ベクトルを s 、法線ベクトルを n 、光源から観測点までの距離を r とする。

$$E = C \frac{(s \cdot n)}{r^2} = C\phi \quad (1)$$

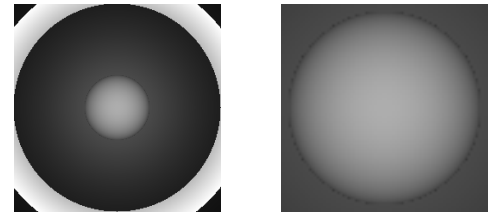
フードの既知情報を基にシミュレーションを作成し、内視鏡画像のフード部分と同じ位置に映るように焦点距離 f を変化させることでフードの三次元情報を推定する。次に、内視鏡画像を Lambert 画像へと変換し、シミュレーションによって作成したマスク画像を用いてフード部分の輝度値 E を取得する。シミュレーション画像と Lambert 画像の各画素における輝度値の二乗誤差が最小となるような反射係数 C を求めると反射係数の推定式 (2) が得られる。フード部分の画素数を n 、画素 i における奥行を Z_i 、Lambert 画像の輝度値を E_i とする。

$$\phi_i = \frac{R}{(R^2 + Z_i^2)^{\frac{3}{2}}}, \quad C = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \phi_i}{\sum_{i=1}^n \phi_i^2} \quad (2)$$

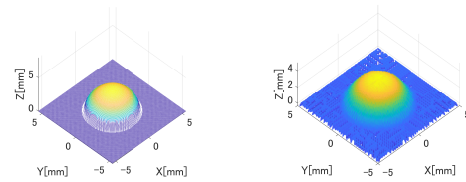
3 実験

シミュレーション画像 1a と実画像 2a において、提案手法を用いた反射係数 C の推定および Fast Marching Method (以下、FMM) [2] に基づく形状復元を行う。なお、シミュレーション画像はポリープに見立てた半径 3[mm] の球を反射係数を $C=8500$ で作成している。提案手法により C を推定したところ $C = 8499.84$ が得られ、ほとんど誤差がないことから本手法は反射係数推定の方法として妥当であることが確認できた。

実画像においては、文献 [3] を基に Lambert 画像化を行い、FMM に基づいた形状復元を行う。図 2a のように血管が映っていない画像においても反射係数を推定し、図 2d のように形状復元が行うことが可能であることを確認した。このことから、本手法は従来手法に

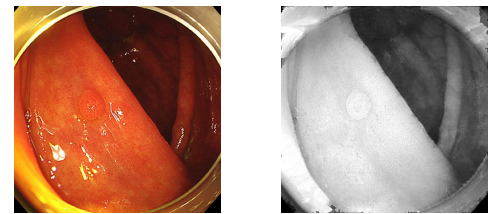


(a) シミュレーション画像 (b) クロップした球の画像



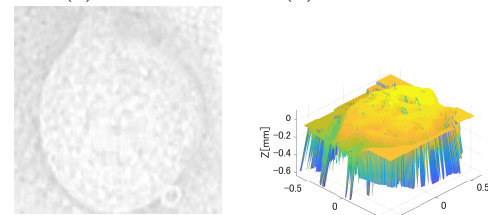
(c) 真値の三次元形状 (d) 復元した三次元形状

図 1: シミュレーション画像における形状復元



(a) 実画像

(b) ランバート画像



(c) クロップしたポリープの画像

(d) 復元した三次元形状

図 2: 実画像における形状復元

比べて汎用性の高さという面で優れていることを確認した。

4 むすび

本研究では、内視鏡フードの情報を用いることで、形状復元を行う上で画像内に血管が映り込む必要があるという制約を緩和した。

参考文献

- [1] 江本 峻, “単一内視鏡画像からのポリープ形状復元と血管情報を利用したその大きさ推定”, 名古屋工業大学大学院修士論文, 2022.
- [2] Y. Iwahori, S. Emoto K. Funahashi, M. K. Bhuyan, A. Wang, K. Kasugai, ”Recovering Shape and Size from a Single Endoscope Image using Optimization”, IIAI AAI 2022, pp.341-344, 2022.
- [3] N. Ikeda, H. Usami, Y. Iwahori, B. Kijirikul, K. Kasugai, “Generating Lambertian Image by Removing Specular Reflection Component and Difference of Reflectance Factor Using HSV”, ITC-CSCC 2016, pp.547-550, 2016.