

平成 27 年度 修士論文概要

主査	舟橋 健司	副査	岩田 彰	研究室	舟橋研究室
入学年度	平成 26 年度	学籍番号	26417573	氏名	須田 智也
論文題目	内視鏡画像中の血管情報の推定に基づくポリープの三次元形状復元 3D Shape Recovery of Polyp Based on Estimation of Vessel Information in Endoscope Images				

## 1 はじめに

近年では形状復元の活用分野として、医療の分野からも期待が高まっており、その一例として医療用内視鏡画像を用いた画像上に存在する腫瘍の三次元形状復元の適用が挙げられる。実際にポリープを切除するにあたり、内視鏡画像による診断は非常に有効であるが、得られる情報が二次元画像であるため、それらの情報から腫瘍やポリープのサイズや正確な形状などの特徴を判断することは難しく、担当する内視鏡診断医師の技量に大きく依存するといった側面がある。そのため、内視鏡診断医師の判断によって腫瘍の判別や大きさを誤ると大きな問題へと発展する恐れがある。このような現状から、内視鏡画像に対して腫瘍の三次元形状復元を行うことで大きさや形状といった定量的な情報を取得できれば、診断医師の技量に大きく依存している部分を軽減することが期待できる。内視鏡を用いたポリープの形状を復元する手法はいくつか提案されているが、その中で先行研究 [1] としてポリープの絶対的な大きさを推定するために参照物体を決め、その大きさをもとに画像中に存在するポリープの三次元形状復元を行う手法が挙げられる。しかし、この手法では縫合糸と呼ばれる医療用糸を用いており、画像中に縫合糸が存在するものでないと使用できないという問題がある。一般の内視鏡画像にて縫合糸が存在する画像は少なく、また手動で縫合糸の部分を取り取る必要があるなどの手間が掛ってしまう。そこで本研究では、縫合糸に代わる大きさが既知である参照物体を決め、それを用いることで先行研究にて問題となっていた復元可能な画像の種類の少なさについて改善を試みる。

## 2 参照物体の決定

本研究での縫合糸に代わる参照物体の決定基準として、以下の二点を達成するものを参照物体とする。

- どのような内視鏡画像でも確認することが可能であること。
- 参照物体の大きさは既知であり、画像によって著しく変化しないもの。

内視鏡画像中にてこれら二点の条件を満たす参照物体として、本研究では血管に着目した。血管は、先行研究で用いられた縫合糸と異なり、どの内視鏡画像でも見ることが可能な物体である。また、血管のサイズに関して

は個人差がほとんど無く、大きさを既知と置くことが可能であることから、縫合糸に代わる参照物体として血管を用いて、この大きさをもとにポリープの絶対的な大きさを推定する。

## 3 血管検出と三次元形状復元

本手法では、参照物体として血管を検出する。形状復元に用いる血管は以下の処理を行うことで検出し、血管検出を行った二枚の画像を、先行研究と同様に SIFT により内視鏡の移動量  $\Delta Z$ 、反射係数の初期値  $C_{init}$  を推定する。なお内視鏡の移動に関しては、奥行方向に動かして撮影した二枚の画像を対象としている。その後、推定したこれら二つの値と物体表面の反射係数を一様にした Lambert 画像 [2] を FMM [3] に適用し、三次元形状復元を行う。

**Step 1:** 二枚の画像に存在する血管を色情報とラベリング処理を用いて領域分割する。

**Step 2:** Step 1 にて領域分割した血管を膨張収縮処理により絞り込みを行う。

**Step 3:** Step 2 にて絞り込みを行った二枚の血管候補画像を用いて SIFT により  $\Delta Z$  および  $C_{init}$  を推定する。

**Step 4:** 入力画像 (一枚目) にて鏡面反射成分を除去し、物体表面の反射係数を一様にした画像 (Lambert 化) を用意する。

**Step 5:** Step 3, Step 4 にて取得した値や画像を FMM を用いてポリープの三次元形状復元を行う。

## 4 実験とその結果

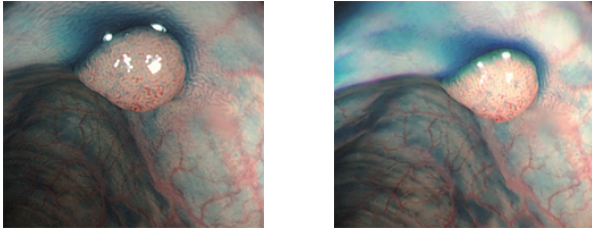
本研究では、内視鏡動画から切り取った二枚の画像 (二枚目は一枚目の近接 5 フレーム後の画像) を用いて、画像中に存在するポリープの三次元形状復元を行う。実験環境を以下の表 1 に示す。なお、血管の膨張収縮は考慮せず、太さは一定であるとする。

表 1: 実験環境

内視鏡画像 1 のサイズ	480×410 画素
内視鏡画像 2 のサイズ	1040×705 画素
二枚目の画像情報	近接 5 フレーム
焦点距離	5mm
参照物体サイズ	0.1mm

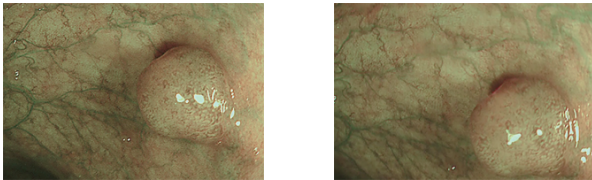
#### 4.1 血管検出結果

本研究では、図 1, 2 のような内視鏡画像から血管を検出し、その情報から同じく画像中に存在するポリープの三次元形状復元を行う。なお、図 1b, 2b は図 1a, 2a の近接 5 フレーム後の画像である。次に本手法によって血管検出を行った結果を図 3, 4 に示す。図 3a, 3b は図 1 中の血管を検出し、図 4a, 4b は図 2 中の血管を検出した。



(a) 一枚目の内視鏡画像 (b) 二枚目の内視鏡画像

図 1: 内視鏡画像 1



(a) 一枚目の内視鏡画像 (b) 二枚目の内視鏡画像

図 2: 内視鏡画像 2



(a) 血管検出結果 (b) 血管検出結果

図 3: 内視鏡画像 1 での血管検出



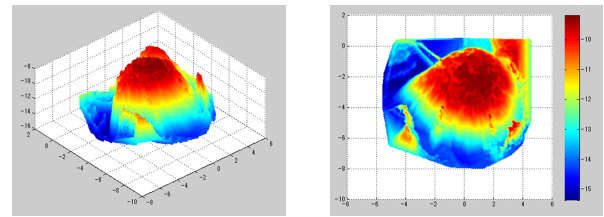
(a) 血管検出結果 (b) 血管検出結果

図 4: 内視鏡画像 2 での血管検出

#### 4.2 形状復元結果

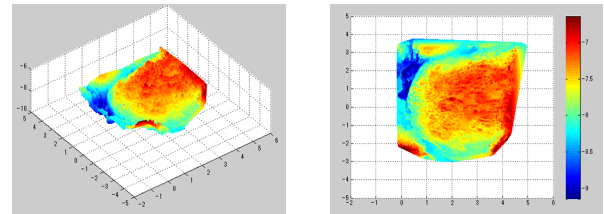
それぞれ血管情報(図 3, 4)を用いて、内視鏡の移動量および復元初期点の反射係数を推定し、Lambert 化した画像とこれら二つの値を FMM に適用し、ポリープの三次元形状復元結果を図 5, 6 に示す。ここで図 5b, 6b は復元結果を上から見たものである。なお、図 5a, 5b は一種類目の内視鏡画像、図 6a, 6b は二種類目の内視鏡画像中に存在するポリープを形状復元したものである。一種類目の内視鏡画像中のポリープは、図 5 の結果から縦 5mm, 横 6mm, 高さ 3.5mm ほどの大きさであり、二種類目の内視鏡画像中のポリープは、図 6 の結果から縦 5mm, 横 3.5mm, 高さ 2mm ほどの大きさであることが

わかった。これらのことから、縫合糸など特殊な医療器具が存在しない画像においても血管を用いることで、ポリープの三次元形状復元が可能となった。



(a) 三次元形状復元結果 (b) 形状復元結果 (俯瞰)

図 5: 一種類目の内視鏡画像



(a) 三次元形状復元結果 (b) 形状復元結果 (俯瞰)

図 6: 二種類目の内視鏡画像

### 5 むすび

本研究では、先行研究にて用いられた縫合糸の代わりとして血管を参照物体とし、この情報を用いてポリープの三次元形状復元を行った。血管は縫合糸と異なり、どの内視鏡画像でも確認することができる物体であり、またサイズを既知と置くことができることから、縫合糸が存在しない内視鏡画像においてもポリープの形状復元が可能となった。今後の課題としては、検出する血管が水などによりぼやけている場合では、検出することが困難であるため、さらなる改良が重要である。上記の課題の解決を含め、実際の医療現場での使用を考慮したポリープの形状復元システムの完成を目指す。

### 参考文献

- [1] Y. Iwahori, D. Yamaguchi, T. Nakamura, K. Kunio “Estimating Reflectance Parameter of polyp Using Medical Suture Information in Endoscope Image”, *In Proceeding of ICPRAM 2016*, pp. 503-509, 2016.
- [2] Y. Shimasaki, Y. Iwahori, Debanga Raj Neog, Robert J. Woodham, M. K. Bhuyan, ”Generating Lambertian Image with Uniform Reflectance for Endoscope Image”, *International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT2013)*, 1C-2 (Computer Vision 1), pp. 1-6, 2013
- [3] K. Tatematsu, Y. Iwahori, T. Nakamura, S. Fukui, Robert J. Woodham, K. Kasugai “Shape from Endoscope Image based on Photometric and Geometric Constraints”, *Procedia Computer Science, Elsevier*, 2013.