

## 2022年度 独創的研究助成費 実績報告書

2023年3月20日

報告者	学科名	人間情報工学科	職名	准教授	氏名	小枝正直
研究課題	内視鏡カメラ位置姿勢推定システム「ラパロSLAM」の精度評価					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表 小枝正直	人間情報工学科・准教授		画像処理, コンピュータビジョン	統括, 実装, 実験	
研究実績の概要	<p>腎臓がんは国内で年間約1万人が発症する。腎部分切除術の場合、腎動脈の阻血時間短縮が重要であり、腎部分切除術の評価指標では、温阻血時間25分以下が望ましいとされている。手術支援ロボット da Vinci ではステレオ内視鏡と6自由度鉗子が利用可能ではある。しかし、個人差はあるものの、対象臓器までの到達、腎動脈の特定、腫瘍の発見、切除ラインの決定等の準備作業に100分程度、阻血・腫瘍切除・縫合・阻血解除に20分程度掛かるのが実情で、評価指標以下ではあるものの、患者の負担軽減のために更なる時間短縮が求められている。我々は2014年から京都大学病院の医師らと共同して、RALN サポートシステムを開発してきた。本システムは、SLAM を応用して内視鏡カメラ位置姿勢を計測し、AR (拡張現実感) でサポートするものであるが、内視鏡映像には手術特有の様々なノイズにより、カメラ位置姿勢計測が不安定となる場合がある。</p> <p>我々はこれまでに、実際の手術現場において実験を行い、多数の RAPN 映像を記録・解析しており、現時点で判明している SLAM を不安定化させる要因は、①内視鏡カメラの高速な移動、②内視鏡カメラのレンズ汚れ、③内視鏡カメラ映像内に映った鉗子等のツールの動作、④生体部位の拍動等による動き、である。これらのノイズを除去することで、高精度・高安定なカメラ位置姿勢推定が実現できると考えており、本研究では③に起因するノイズ除去の精度評価を行った。</p> <p>ノイズ除去のために段階的ブラー処理を提案・実装した。これは先行研究で報告されているノイズ領域の境界に特徴点が抽出される問題を対処するブラー処理方法で、ノイズ領域に施すブラー処理の領域を段階的に変化させ、ノイズ領域の境界を滑らかにするものである。従来手法と提案手法で画像処理した映像による SLAM の精度評価のため、内視鏡カメラの特徴を再現したシミュレータ上で実験した。シミュレータ上のカメラを2次元平面上で動かし、更に手術器具に見立てたオブジェクト (仮想手術器具) を2次元平面上で動かした。図1はカメラ位置の真値と推定値であり、ノイズの影響を大きく受けていることが分かる。次に、シミュレータ上で仮想手術器具領域にブラー処理、段階的ブラー処理をそれぞれ5回施した映像を用い、SLAM によりカメラ位置推定結果、図2のようにノイズの影響が低減された。表1は未処理映像、従来手法、提案手法でのカメラ位置姿勢推定誤差である。実験の結果、従来手法、提案手法共にノイズ領域に抽出される特徴点を80～90%削減できた。また、提案手法では、従来手法と比較してノイズ領域の境界に新たに抽出される特徴点を10%程度削減できることが示された。</p>					

※ 次ページに続く

研究実績  
の概要

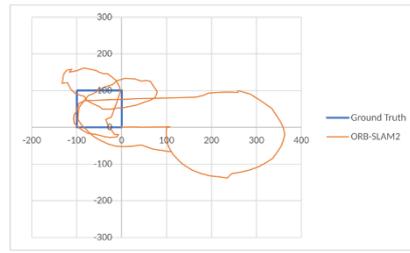


図 1: 真値と未処理映像を用いた推定軌道

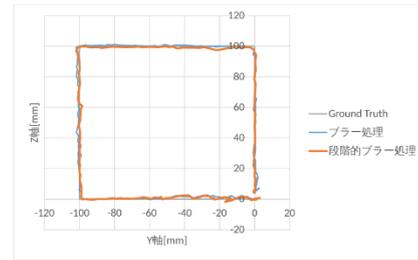


図 2: 真値とブラー処理, 段階的ブラー処理それぞれ 5 回施した映像を用いた推定軌道

表 1: 画像処理を施した映像によるカメラ位置・姿勢の推定誤差

処理方法	X 軸 [mm]	Y 軸 [mm]	Z 軸 [mm]	ロール [deg]	ピッチ [deg]	ヨー [deg]	出力回数
未処理	45.83	90.58	51.11	0.53	2.20	11.43	208
ブラー処理	0.14	2.92	3.14	0.01	0.03	0.04	400
段階的ブラー処理	0.16	2.96	3.06	0.02	0.04	0.04	399

成果資料目録

- 海原 優斗, 宮本 泰蔵, 小枝 正直, 澤田 篤郎, 曲淵 敏博, 小林 恭, 大西 克彦, 登尾 啓史: “段階的ブラー処理による不要特徴点削除を用いたステレオ Visual SLAM の精度評価”, 第 21 回日本 VR 医学会学術大会 (JSMVR2022), GS4-6, p. 36, 2022. 8.
- Masanao Koeda and Ryota Sakuma, “Neural Network-Based Classification of Image Feature Points on Endoscopic Surgery Video”, 2nd OPU-HsH Japanese-German Symposium - Industry 4.0 and Society 5.0 for Smart Society - (OHJG-2023), 101, 2023. 2.