

平成27年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

森研究室 研究室	氏 名	柴 田 睦 実
卒業研究題目	ステレオ内視鏡画像からの臓器形状復元とその手術ナビゲーションシステムへの応用に関する研究	

本論文では、ステレオ内視鏡画像からの臓器形状復元と、復元された臓器形状の手術ナビゲーションシステムへの応用に関して述べる。

近年、内視鏡下手術は、開腹手術と比べて手術創が小さい点や術後の回復が早い点で注目を集めている。一方で、内視鏡から得られる映像は視野が狭いため周囲の解剖構造を把握することが難しい場合がある。術者を支援するために、術前 CT 像から抽出した術野周辺の3次元構造を、術中に術者に提示する手術ナビゲーションシステムが研究されている。手術ナビゲーションシステムでは、CT 像と位置センサ座標系の位置合わせが必要となる。現在のナビゲーションシステムでは、光学式位置センサを用いて取得した手術器具の位置から、体表や臓器表面上の点群の座標を求めて位置合わせに利用している。本論文では、ステレオ内視鏡画像から臓器表面の3次元形状を復元し、得られた臓器表面上の点群をナビゲーションシステムの位置合わせに利用することを目指す。

本手法は、3つのステップからなる。まず、Zhang の手法を用いてステレオ内視鏡カメラのキャリブレーションを行い、各カメラのカメラ行列とレンズの歪み係数、カメラ間の位置と姿勢の関係を推定する。次に、推定したパラメータを用いてステレオ内視鏡画像の3次元再構成を行う。具体的には、まず最初にステレオ内視鏡画像からレンズ歪みを補正し、ステレオ内視鏡画像をエピポーラ線が平行になるように変形する。変形したステレオ画像から、SURF(Speeded Up Robust Features) を使用して特徴点を抽出する。次に、左右の内視鏡画像の特徴点の対応付けを行う。ここでは、エピポーラ線上にある特徴点であり、かつ SURF 特徴量が近い特徴点を同じ点の投影である対応点として対応付ける。臓器表面はテクスチャ情報が乏しく対応点が多くとれないため、Stoyanov らの手法を用いて、SURF 特徴量で得られた対応点の近傍の画素同士の対応付けを行い、対応点数を増加させる。得られた対応点の座標から、射影行列を利用して導出される連立方程式を解き、対応点の3次元座標を求める。最後に、復元された点群(カメラ座標系)と CT 像の位置合わせを ICP(Iterative Closest Point) アルゴリズムを用いて行う。

実験では、胃の臓器模型をステレオ内視鏡で撮影し、3次元復元を行った。利用した模型は図1(左)に示した模型であり、SURF による特徴点の対応付けの例を線で結んで示している。図1(左)の矩形で囲まれた領域を大きく写した別のステレオ画像からの復元結果を図1(中央左)に示した。SURF による対応点探索の結果、ステレオ内視鏡画像から約130個の対応点を得られた。Stoyanov らの手法により対応点を増加させた結果、対応点は約15万個になり、それを復元した結果、胃の表面形状が復元された(図1中央左)。復元された点群を CT 画像から抽出した胃の表面の点群と位置合わせをしたところ、CT 像の胃の表面と重なるように位置合わせされた(図1中央右、右)。今後の課題として、復元結果と CT 像との位置関係に関わらず、安定して収束する位置合わせ手法の開発が求められる。

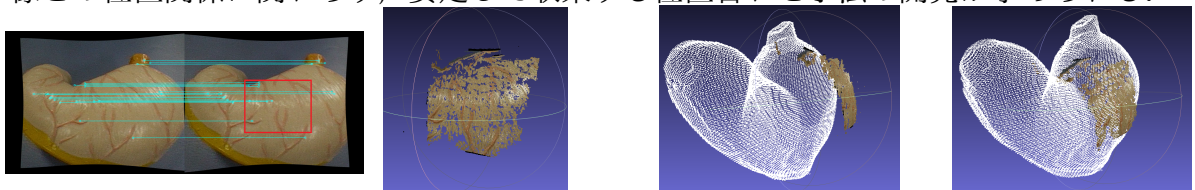


図1 (左)ステレオ内視鏡により撮影された胃の模型、(中央左)復元結果、(中央右)CT像との位置合わせ前、(中央左)CT像との位置合わせ結果