

腹腔鏡手術ナビゲーションシステムにおける カメラ位置姿勢推定手法の一検討

三木陽平 奥田啓嗣 矢野大貴 大西克彦 小枝正直 登尾啓史
大阪電気通信大学

1. はじめに

腹腔鏡手術は、患者の皮膚組織を必要最低限の切開で実施できる低侵襲外科手術として、さまざまな臓器の症例において実施されている。腹腔鏡手術では、術者は臓器付近に挿入したカメラと鉗子を用いて、そのカメラからの映像を見ながら患部を切除する。そのため、通常の開腹手術に比べて視覚や触覚が制限され術者の技術が求められる。そこで、これまで多くの手術シミュレータや手術ナビゲーションシステムが提案されている[1]。本研究では、腹腔鏡手術中にリアルタイムで患部の位置や患部周辺の臓器などの位置把握を容易にするナビゲーションシステムを開発するために、マーカを利用した腹腔鏡カメラの先端位置姿勢の推定手法の検討と、3Dモデルを重畳表示出来るシステムについて実装評価した結果を述べる。

2. 腹腔鏡カメラ位置姿勢推定手法

カメラの位置と姿勢を推定するために、腹腔鏡カメラツールの患部と接することのないカメラと反対側にマーカを取り付け、そのマーカの位置と姿勢を外部カメラで計測する。カメラの任意の動きに対応するためにマーカをカメラツールの周囲に6個配置する。図1にシステム全体図を示す。

カメラ位置を計測するために、マーカ座標系とカメラ位置座標系の相対ベクトルを計算し、カメラ位置を取得する[2]。カメラ姿勢の計測には、周囲に6個配置されているマーカの各姿勢とカメラの姿勢の相対姿勢から、現在認識されているマーカの姿勢を基に算出する。

3. 実装・評価

提案手法をPC(Windows)上に実装しプロトタイプシステムを試作する。腹腔鏡カメラとして、鉗子先端に

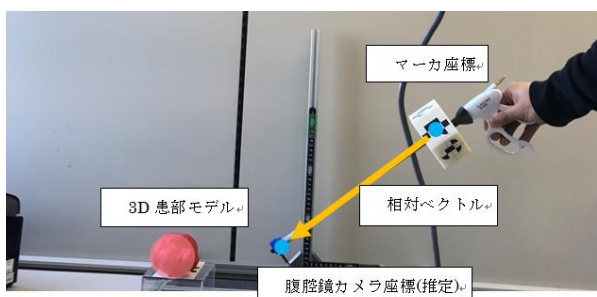


図1: システム全体図

CCDカメラを取り付けた疑似カメラを利用する。さらに疑似カメラの位置姿勢計測のため、6個のマーカを貼り付ける台座をCCDカメラと反対側に取り付ける。

今回は腎臓手術を対象としたナビゲーションシステムを試作する。そのため、腎臓の3Dモデルデータとこれを基に作成した実際の腎臓モデルを用意し、カメラから読み込んだ画像上に、バーチャル腎臓モデルを重畳表示する。試作システムでは、カメラ操作時に計測される位置姿勢にあわせて、バーチャル腎臓モデルの位置姿勢を変更し、実際の腎臓モデルに常に重畳して表示されることを確認した。図2に表示画像を示す。

さらに、本手法で計測される腹腔鏡先端推定位置と実際の腹腔鏡先端位置の誤差について検証した。その結果、移動量の平均誤差は約0.8mmとなり、角度の平均誤差は約0.7°となった。そのため実際の手術に利用できる可能性を確認できた。

4. おわりに

本研究では、腹腔鏡手術ナビゲーションシステム開発のため、腹腔鏡カメラの位置姿勢推定手法について検討した。腹腔鏡カメラに取り付けた6個のマーカによって位置姿勢を推定する手法を提案・実装した結果、一定の精度が保証できることを確認できた。今後はバーチャル腎臓モデルと実際の腎臓モデルとの重畳表示手法の検討や位置姿勢誤差の評価などが挙げられる。

謝辞

本研究はJSPS科研費No.15K00291の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Qian, K., et al. (2015). Virtual Reality Based Laparoscopic Surgery Simulation. Proc. of VRST'15, pp.69-78.
- [2] 土井ら(2016).肝臓手術サポートシステムのためのメス先端位置推定. 第16回日本VR医学会学術大会 (JSMVR2016), pp.36-37.

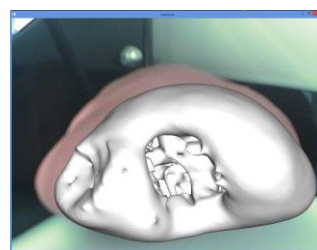


図2: システム提示画像例