

# 内視鏡下経鼻的手術におけるカメラ先端位置推定手法の検討

文山 誠友<sup>†</sup> 三木 陽平<sup>†</sup> 大西 克彦<sup>†</sup> 小枝 正直<sup>†</sup> 登尾 啓史<sup>†</sup> 埜中 正博<sup>‡</sup>

大阪電気通信大学<sup>†</sup> 関西医科大学<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

内視鏡下経鼻的手術は、脳下垂体の腫瘍を摘出するために鼻腔内に鼻腔鏡と手術器具を挿入し、蝶形骨洞(副鼻腔)やトルコ鞍などを切開し腫瘍を摘出する。本手術は開頭手術と比較して患者への負担が少ないが、内視鏡からの映像を基に腫瘍の切開を行うため、術者には高度な技術が要求される。そのため事前の CT や MRI によって撮影された患部周囲の画像を利用して術中にナビゲーションを行うが、術野とは異なる 2 次元画像を利用しているため環境把握が難しい。

そこで本研究では術者の負担軽減のために、術野映像に患部付近の情報を重畳表示する支援ナビゲーションシステムを検討している。本稿では、内視鏡カメラの位置姿勢の測定手法を検討する。そのために、実際の経鼻内視鏡を基にした疑似内視鏡モデルを作成し、疑似内視鏡と軽量の AR ライブラリである ArUco マーカを用いてカメラ先端位置推定手法を試作システム上に実装した結果を報告する。

## 2. カメラ位置姿勢推定手法

手術時には患者の体内に埋没する内視鏡カメラ先端の位置姿勢を推定するために、本手法では、内視鏡カメラの反対側にマーカを設置して、外部のカメラから計測することで位置姿勢を推定する。取得したマーカの位置姿勢から先端のカメラ位置姿勢を推定する手法は、キャリブレーションとして、先端カメラにマーカを用意しマーカ間のベクトルを算出する。そして、この算出されたベクトルを利用して、移動中のカメラの位置姿勢算出する[1]。本手法の大まかな流れを図 1 に示す。なお、マーカは図 2 に示すような簡易な ArUco マーカ[2,3]を利用する。

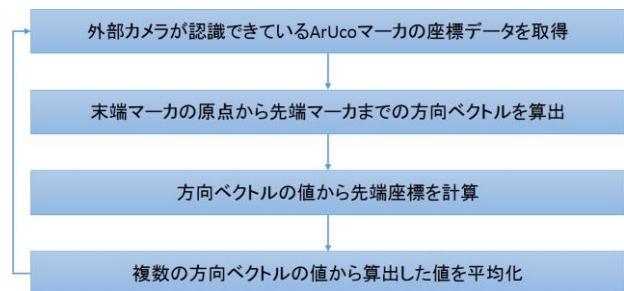


図 1. 手法の流れ



図 2. ArUco マーカ



図 3. 疑似内視鏡

## 3. システム概要

外部カメラによって手法を検討するために、まず実際に手術で使用されている内視鏡を基に小型カメラを内部に取り付けた疑似内視鏡(図 3)を作成する。この疑似鼻腔鏡に貼り付けたマーカによってカメラの先端位置推定を行う。図 3 に示すようにマーカ土台部に設置したマーカを外部カメラで撮影し、外部カメラで撮影したマーカの座標の原点から先端マーカへの方向ベクトルを計算し、計算した方向ベクトルから先端の座標値を算出する。座標値の算出は  $x, y, z$  軸及び  $x, y, z$  軸回転の 6 つのパラメータを用いて行う。

A Study on Camera Tip Position Estimation Method in Nasal Endoscopic Surgery Navigation System

<sup>†</sup>Seiyu FUMIYAMA, <sup>†</sup>Yohei MIKI, <sup>†</sup>Katsuhiko ONISHI, <sup>†</sup>Masanao KOEDA, <sup>†</sup>Hiroshi NOBORIO and <sup>‡</sup>Masahiro NONAKA

<sup>†</sup> Osaka Electro-Communication University

<sup>‡</sup> Kansai Medical University

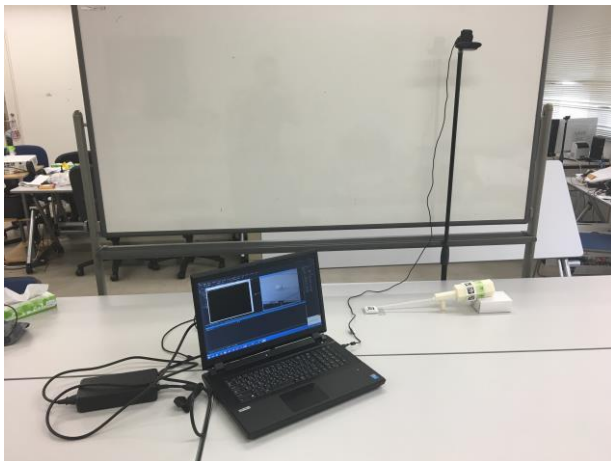


図 4. 実験環境



図 5. 試作システム動作画面

#### 4. 試作システムの基礎評価

試作システムによるマーカの認識精度についての基礎評価実験を行った。図 4 に示すような実験環境を作成した。机上から 95(cm)の高さに撮影面が地面と平行になるように外部カメラを設置し、外部カメラを用いてマーカの座標値を読み取る。そして、計測された数値を基にカメラ先端位置推定を算出した。先端推定時の様子を図 5 に示す。

その結果として、図 6 に位置誤差測定結果を示す。位置において平均誤差は 1.8(mm)以下になった。また、x 軸で最大 3.26(mm)、y 軸で最大 2.42(mm)、z 軸で最大 2.16(mm)の誤差が見られた。図 7 に姿勢誤差測定結果を示す。姿勢においては平均誤差は 3 度以下になった。x 軸回転で最大 2.78 度、y 軸回転で最大 3.87 度、z 軸回転で最大 4.46 度の誤差が見られた。

#### 5. おわりに

本研究では、内視鏡下経鼻的手術の手術支援

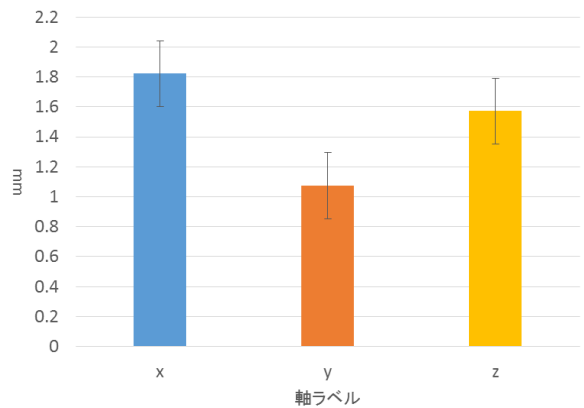


図 6. 位置誤差測定結果

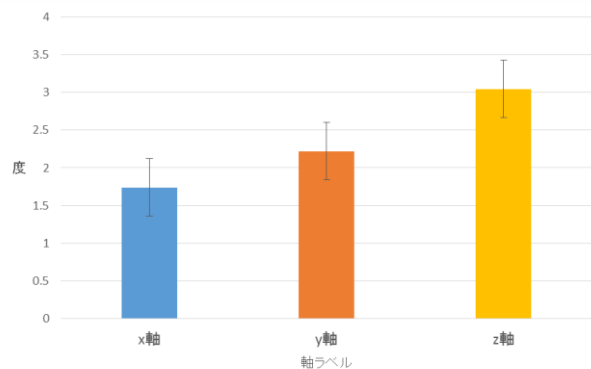


図 7. 姿勢誤差測定結果

ナビゲーションシステムの開発を目的とした内視鏡カメラの先端位置姿勢推定手法の検討と、実装システムを試作した。ArUco マーカと擬似鼻腔鏡を用いて行った基礎実験においては、誤差範囲を計測し、一定の有用性を確認できた。今後の課題としては、さらなる精度の向上と、カメラ先端位置姿勢の計測値を基にした、患部を映すカメラ映像への 3D モデル重畳機能の検討などが挙げられる。

#### 謝辞

本研究は、立石科学技術振興財団研究助成 (A)2181008 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] 土井 万由子, 矢野 大貴, 他: 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, 2016.
- [2] Francisco J.Romero-Ramirez, Rafael Muñoz-Salinas, Rafael Medina-Carnicer: Speeded up detection of squared fiducial markers, Image and Vision Computing, vol 76, pages 38-47, 2018.
- [3] S. Garrido-Jurado, R. Muñoz Salinas, F.J. Madrid-Cuevas, R. Medina-Carnicer: Generation of fiducial marker dictionaries using mixed integer linear programming, Pattern Recognition:51, 481-491, 2016.