

斜視鏡の特性を利用した小型内視鏡マニピュレータの開発

谷口和弘*, 西川敦*, 養田隆宏*, 伊藤嘉奈子*

関本貢嗣**, 安井昌義**, 瀧口修司**, 門田守人**, 宮崎文夫*

*大阪大学大学院基礎工学研究科機能創成専攻 大阪府豊中市待兼山 1-3

**大阪大学大学院医学系研究科外科系臨床医学専攻 大阪府吹田市山田丘 2-1

e-mail: taniguti@robotics.me.es.osaka-u.ac.jp

要旨

近年、医療技術の発達に伴って、患者の体にあけた小さな穴から内視鏡と呼ばれる細長いカメラと手術器具を患者の体内に挿入して外科的措置を行う「内視鏡手術」が普及してきている。内視鏡手術は、一般の開腹・開胸手術に比べてはるかに複雑で高度な熟練を要求される。中でも、カメラ操作は術者と助手の緊密な連携を要するため、かねてより自動化の要求が高い。現在、この要求に答えるべく、「人間の助手の代わりに内視鏡を把持・位置決めするロボット」の開発が内外で行われ、いくつかの成果が製品化されている[1-3]が、現存のシステムは、大型・高価なものばかりで、一般の病院に普及するタイプのものとは言えない。本研究は、斜視鏡の光学的特性に着目し、従来よりも小型軽量安価な内視鏡マニピュレータの開発を行った。

1. はじめに

我々は、多くの手術場で一般的に普及している斜視鏡（内視鏡）を用いて、その光学的特性を利用することで、従来よりも小型軽量の構造で、かつ可動占有空間の小さい、また汎用性の高い内視鏡マニピュレータを開発（試作機の製作）した。本研究の内視鏡マニピュレータは、シンプルな機構を導入し、かつ一般的な部品により構成したため、コスト面でも従来の内視鏡マニピュレータよりも優位である。我々は、本内視鏡マニピュレータの評価検討を行うため、Nishikawa らが提案したフェイストラッキング型術者インタフェース FAcE MOUSE[2]を実装したシステムを開発し、*in-vitro*実験、*in-vivo*実験を行い、その有用性を確認したので報告する。

2. 方法

一般に、内視鏡は、レンズ系の「鏡筒部分」と CCD 素子が配置されている「カメラヘッド」から構成される。現存する内視鏡把持マニピュレータは、内視鏡（鏡筒とカメラヘッド）全体を1つの剛体とみなして位置決めを行うタイプのものであるのに対して、本研究では、斜視鏡の光学的特性に着目し、「鏡筒部分のカメラヘッドに対する相対姿勢を制御する機構」を導入することにより、内視鏡全体の位置決めを行うための機構を単純化することに成功した。鏡筒の回転だけを独立に制御する方式ならびに鏡筒の回転を利用した内視鏡視野展開方式は本研究において現存しない。

3. 結果

本研究では以下の結果を得た。

1. 斜視鏡（鏡筒先端に取り付けられたプリズムによって、光軸の方向が内視鏡の長軸方向に対して一定の角度を持ったタイプの内視鏡）の特性を積極的に利用することで、従来のシステムよりも小型で軽量（860 g）の内視鏡マニピュレータの開発（試作機の製作）に成功した。（図1）
2. ブタの臓器（肝臓と胆嚢）を用いた内視鏡手術の模擬実験を数回実施し、本システムの有効性を確認し

た。

3. 専用の実験施設において、生体実験（ブタを用いた「腹腔鏡下胆嚢摘出術」）を1回実施し、提案システムの有効性を確認した（本システムにより、すべての手術操作と内視鏡カメラ操作を術者1人で完遂できた）。（図2）

4. 議論

斜視鏡の光学的特性を利用することで従来よりも小型軽量で汎用性の高い内視鏡マニピュレータを開発した。また本マニピュレータは、セットアップを一人で行うことができるうえ、通常の腹腔鏡と同様に把持アームに固定することで手術中でも再配置可能である。

また、本マニピュレータは、ブタの胆嚢を使用した *in-vitro* 実験とブタを用いた腹腔鏡下胆嚢摘出手術実験を行った結果、術者の希望する視野を素早く安定に提示することができた。

今後は、最適な初期配置手法を確立するとともに、人工筋肉や超音波モータなど滅菌洗浄可能なアクチュエータを導入し清潔性を向上させ、またリスクアセスメントと危険源に対し細かな設計変更を行い安全性の向上を図り臨床応用を目指す。

参考文献

- [1] Sackier J, Wang Y: Robotically assisted laparoscopic surgery from concept to development, *Surgical Endoscopy*, 8(1), pp. 63 – 66, Jan. 1994.
- [2] Finlay P : A robotic camera holder for laparoscopy. *in proc. 10th int. Conf. Advanced Robotics, Workshop 2 on Medical Robotics*, Budapest, Hungary, pp. 129 – 132, Aug. 2001.
- [3] Kobayashi E, Masamune K, Sakuma I, Dohi T, Shinohara K, Hashimoto D: A new safe laparoscopic manipulator system with a Five-Bar Linkage Mechanism and an Optical Zoom. *Computer Aided Surgery*, 4(4), pp. 182 – 192, 1999.
- [4] Nishikawa A, Hosoi T, Koara K, Negoro D, Hikita A, Asano S, Kakutani H, Miyazak F, Sekimoto M, Yasui M, Miyake Y, Takiguchi S, Monden M : FAcE MOUSE: A novel human-machine interface for controlling the position of a laparoscope. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 19(5), pp. 825-841, Oct. 2003.

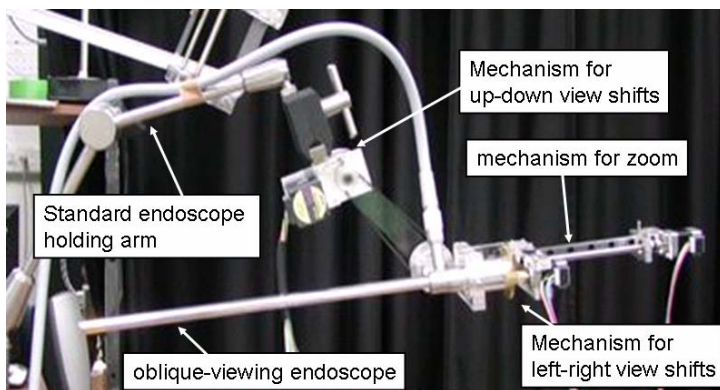


図1 内視鏡マニピュレータ



図2 内視鏡マニピュレータの生体実験の様子