



患者の 3DCG モデルと手術室の全天球画像を 内視鏡姿勢に連動させた視覚刺激による 内視鏡外科手術支援システム

A Support System for Endoscopic Surgery
by Visual Stimulation Linked to the Endoscope Posture
using 3DCG Model of Patient and Omnidirectional Image of Operating Room

小川真智子¹⁾, 福地健太郎¹⁾
Machiko OGAWA and Kentaro FUKUCHI

1) 明治大学 総合数理学部 (〒164-0001 東京都中野区中野 4-21-1, ims@mics.meiji.ac.jp)

概要 : 内視鏡手術において手術時間を短縮するには身体部位や手術器具の位置姿勢の把握を瞬時に
行う必要があるが, 内視鏡映像のみで行うのは難しい. 我々はモニタ上に表示された内視鏡映像の
周囲に, 内視鏡の姿勢に連動して変化する視覚刺激を提示するシステムを構築した. 視覚刺激には
手術室内の全天球画像を用いることで方位を瞬時に把握することを支援し, また患者の身体を簡易
な 3DCG で提示し身体部位の位置姿勢の把握を支援する.

キーワード : 医療, 内視鏡, 姿勢把握

1. はじめに

内視鏡外科手術は, 切開を伴う手術と比べて患者の身体への負担が少ない方法として普及してきた. 手術時間を短縮し, より患者の身体への負担を軽減するためには, 体内の空間構造を迅速に把握する必要がある. そのため術者には, 身体部位や内視鏡の位置姿勢を瞬時に把握することが要求される.

しかし, 従来の内視鏡外科手術では, 次のような問題点があげられる. 一つ目は, 内視鏡映像は 2D 映像として表示されるため, 奥行き情報が欠如するという点である. 二つ目として, 内視鏡を体内に入れると, 術者は手元の操作や内視鏡に映る対象物から体内の構造を把握するしかないので, 内視鏡の方向や傾きが捉えづらいつという問題点がある. 一つ目の問題点に対しての支援方法として, 内視鏡映像を 3D 映像で表示することで, 奥行き情報を術者に提示する立体内視鏡がある[1]が, 内視鏡の方向や傾きが捉えづらいつという二つ目の問題点に対して支援できていない.

そこで我々はこれまでに, モニタ上に表示された内視鏡映像の周囲に, 体外の様子を内視鏡の姿勢に連動させて提示するシステムを構築し, 術者に対して, 内視鏡の傾きを把握しやすくするための支援を図ってきた[2]. 具体的には関節手術で用いられる棒状の硬性内視鏡を対象とし, 内視

鏡の手元部分に取り付けた三軸ジャイロセンサーで姿勢情報を取得した. また映像には, 内視鏡映像と手術室内の全天球画像を用いることで, 術者に内視鏡の姿勢を推測させ, 内視鏡の方位を瞬時に把握することを支援した.

しかし同システムでは, 患者の身体部位を術者に提示する映像に表示しておらず, 患者の身体部位の位置姿勢の把握ができなかった. そこで以前構築したシステムに加えて, 患者の身体を簡易的な 3DCG で表すことで, 患者の身体部位の位置姿勢の把握を図った.

2. 提案手法

2.1 システム設計

一般的な内視鏡映像は, 長方形のモニタの中心に円形にトリミングされた映像が提示されており, モニタの中心以外の部分に何も提示されない. そこで, この周辺領域に空間把握を補助するための映像を提示する. 具体的には, 術者が本来立つ位置を中心として手術室内を撮影した全天球画像を内視鏡の姿勢に連動して表示することで, 術者が提示された映像と周辺状況を見比べることができ, 内視鏡の姿勢が推測できるよう支援することを狙った. ここで, 術者の周辺状況を術中にリアルタイムで提示することが理想ではあるが, 術者の位置に全天球カメラを設置するこ

とは困難なため、本システムでは手術前に撮影した静止画像を提示する。

2.2 システム制作

全天球画像を内視鏡の姿勢に連動して提示する手法として、全天球画像を内側から閲覧できる空間を用意し、内視鏡の姿勢情報と連動した方向を閲覧するシステムを構築した。

そこで本システムでは、Unity[3]を用いて仮想空間中に全天球画像を投影する球殻を用意した。球殻に投影する全天球画像は RICOH THETA S[4]で撮影したものを使用した。

次に、全天球画像を閲覧する視点を球殻の中心に設置し、内視鏡の姿勢情報と連動して視線方向や傾きが変わるようにした。また、前節で述べたよう、内視鏡は硬性内視鏡を使用し、硬性内視鏡の手元部分には姿勢把握のために Joy-Con[5]を図1のように取り付けた。Joy-Con に内蔵されている三軸ジャイロセンサーの値は Bluetooth 経由で取得した。



図 1: センサーを取り付けた内視鏡

また、画面中央には従来の内視鏡モニタと同様、内視鏡からの映像を円形に表示する。円形の画面は、常に術者に提示される映像の中央に表示されるように調整した。内視鏡映像と全天球画像との境界は黒枠により明示した。

さらに、患者の身体部位の位置姿勢の把握を図るため、仮想空間中に用意した球殻の内側に、患者の身体を簡易的な 3DCG を用意した。本研究では腕の手術を想定し、患者の身体部位として腕のモデルを大きさと位置を見易いように調整して設置した。

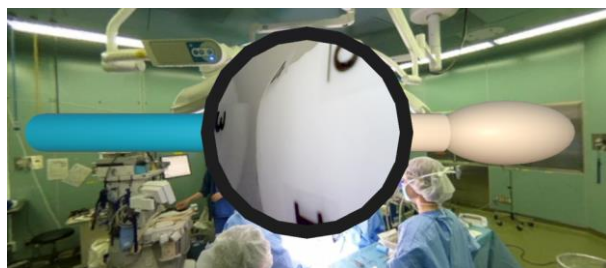


図 2: 出力される映像

3. ヒアリング調査

本システムの有効性について意見を求めるため、東京都内の医科大学整形外科所属の教員・研修医らを対象にヒアリング調査を行った。

その結果、特に研修医は手術中の記録映像を観て学習することが多いが、記録映像は一般に内視鏡映像のみ残されており、その映像のみから内視鏡が体内のどの位置にどのような姿勢をとっているかを把握することに困難を覚えることが指摘され、本システムである程度それが緩和される可能性があるとのコメントを受けた。一方で、たとえば事前に撮影した CT 画像や MRI 画像など患部周辺の医療映像をあわせて表示することでより手術中に参照する意義のある情報を提示できるのではないかと指摘を受けた。また、患部の外観全体を参照できる映像があると、術後に参照する際に内視鏡を挿入する場所の参考になるとのコメントも受けた。

4. 議論

本研究では、患者の身体部位を簡易的な 3DCG モデルを表示することで、患者の身体部位の位置姿勢の把握への支援を図った。しかし、実際の人間の身体の構造はより複雑であり、现阶段の 3DCG モデルでは患者の身体部位の位置姿勢を正確に把握するには不十分である。そこで CT 画像や MRI 画像など患者の身体の情報から、より精度の高い 3DCG モデルを提示するなどの改良が考えられる。

また、ヒアリング調査の際に、内視鏡と他の器具の位置関係が同一モニタ上に表示できるといいという意見が得られた。具体的には、内視鏡や器具の向いている方向の延長線を直線的に表示するなどの改良が考えられる。

今後もヒアリング調査で得られた意見をもとに、システムの改良とシステムの有効性について調査を進めていきたい。

参考文献

- [1] 山内康司, 篠原一彦. 手術操作タスクパフォーマンスに対する立体内視鏡の効果. J JSCAS. vol.7, no.4, p.535-p.545, 2005
- [2] 小川真智子, 福地健太郎. ジャイロセンサーを用いたカメラ姿勢把握による内視鏡外科手術の支援システム. IPSJ Interaction 2019. p.498-p.500, 2019
- [3] “Unity”. <https://unity3d.com/jp/>, (参照 2019-7-19)
- [4] “RICOH THETA S”. <https://theta360.com/ja/about/theta/s.html>, (参照 2019-7-19)
- [5] “Joy-Con”. <https://www.nintendo.co.jp/hardware/switch/index.html>, (参照 2019-7-19)