

画像認識技術を用いた内視鏡ビデオカメラ操作技術評価システムの開発 —操作時間の測定—

Development of evaluation system for endoscopic video camera operation techniques using image recognition technology -Measuring operation time-

林 龍太郎^{*1}, 稲田 慎^{*1}, 藤江 建朗^{*1}, 布江田 友理^{*1}, 八木 直美^{*2}, 藤田 孝之^{*2}

Ryutaro HAYASHI^{*1}, Shin INADA^{*1}, Tatsuro FUJIE^{*1}, Yuri FUEDA^{*1}, Naomi YAGI^{*2}, Takayuki FUJITA^{*2}

^{*1}森ノ宮医療大学 保健医療学部 臨床工学科

^{*1}Department of Medical Engineering, Faculty of Health Science, Morinomiya University of Medical Sciences

^{*2}兵庫県立大学先端医療工学研究所

^{*2}Advanced Medical Engineering Research Institute, University of Hyogo

Email: 2020BME052@morinomiya-u.ac.jp

あらまし：内視鏡ビデオカメラの操作技術の評価するシステムを試作し、臨床工学技士および臨床工学技士養成校の学生を対象とした内視鏡の操作時間の測定を行った。その結果、操作時間は評価指標として有用である可能性が示唆された。

キーワード：臨床工学技士、内視鏡ビデオカメラ、画像認識

1. 研究背景・目的

臨床工学技士法の一部改正と施行により、内視鏡ビデオカメラ操作を担当する臨床工学技士が増加する。しかしながら、内視鏡外科手術に関するトレーニングは、鉗子などの基本操作の報告が多く、内視鏡ビデオカメラ操作に対する報告はほとんどない^{(1),(2)}。内視鏡外科手術ではモニター画像表示が必要不可欠である。この画像を用いることで、内視鏡ビデオカメラの操作技術の向上を評価することができるのではないかと考えた。我々は以前の報告において、画像認識技術を用い、内視鏡外科手術における内視鏡ビデオカメラ操作技術の評価するシステムを試作し、臨床工学技士養成校の学生によるアンケートによる評価を行った⁽³⁾。今回は、内視鏡操作技術を定量的に評価するための検討として、操作時間の測定を行った。

2. 開発したシステムと評価方法

2.1 システム構成

開発したシステムは、内視鏡ビデオカメラ、腹腔鏡下手術訓練・縫合練習キット (MedClimber, New High level Laparoscopic trainer)、ノートパソコン (MacBook Pro, CPU: Intel Core i7, 2.8 GHz、メモリ: 16 GB、OS: Ubuntu 22.04 LTS) で構成した (図 1)。練習キットの模擬腹腔内には目標として文字列のラベルを配置し、内視鏡ビデオカメラで撮影した動画からリアルタイムで文字列を認識するとともに、文字列を正しく捉えることができているかを評価するために、文字列の角度も表示するものとした (図 2)。

2.2 画像処理プログラム

近年、画像内の文字を認識するための様々な手法が開発されている。本研究では、文字列の認識に

PaddleOCR を用いた⁽⁴⁾。PaddleOCR は Baidu により開発された静止画内の文字列を認識するためのソフトウェアライブラリである。本研究では、内視鏡ビデオカメラで撮影した動画から文字列を実時間で認識するためのプログラムを開発した。プログラムの開発には、比較的プログラミングが行いやすく、コンパイルが不要である Python を用いた。PaddleOCR を用いることで、画像内にある文字列を囲む長方形の頂点座標を得ることができるが、これらの座標を元に、長方形の角度を文字列の角度として画像内に表示するようにした (図 3)。

本研究では、内視鏡の操作技術の評価するために、内視鏡の操作時間の測定を行うこととした。まず、腹腔内の中心に置かれたマーカーを始点 O 点とし、内視鏡で撮影する 2 か所をそれぞれ A 点、B 点とした。操作者は、内視鏡を O 点→A 点→O 点→B 点→O 点の順に撮影するように操作し、この操作に要する時間を測定した。目標位置に到達したかどうかは、操作者が内視鏡で撮影された文字列を囲む長方形の角度が 0° になったかどうかを操作者自身が判断した。(森ノ宮医療大学研究倫理委員会承認番号 2023-128)

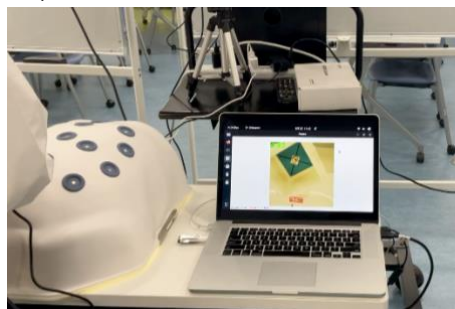


図 1 システム構成
左に腹腔鏡手術・縫合訓練キットおよび内視鏡ビデオ

カメラ、右にノートパソコンがある。



図2 文字列の認識と角度の表示
認識した文字列を赤色の枠で囲み、赤色の枠の水平方向に対する角度（時計回転方向を正）を左上に表示した。

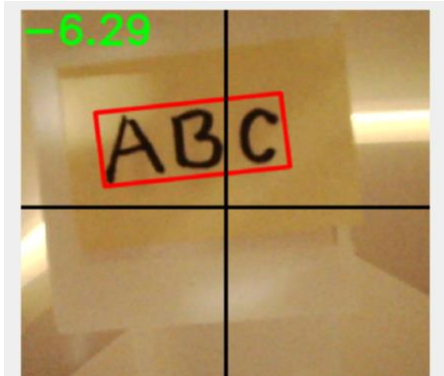


図3 十字線の表示

3. 結果

本学臨床工学科の3年生7名を対象とした操作時間の測定を行った。全体の操作時間の平均は56.1秒、標準偏差は10.4秒であった。また、臨床工学技士の教員2名の測定では、内視鏡を用いた業務経験のある教員は31.6秒、業務経験のない教員は46.1秒であった。



図4 操作時間測定の様子

4. 考察

以前の報告において試作したシステムでは、比較的古いノートパソコン（LENOVO ThinkPad X250、

CPU: Intel Core i3, 2.10 GHz、メモリ: 8 GB) を用いたため、内視鏡画像の表示においてタイムラグが生じ、操作性に問題があった⁽³⁾。本報告で使用したノートパソコンは、それよりも性能が高く、アプリケーションの動作もスムーズであった。今後は機能の追加を考えているため、アプリケーションの動作が遅くならないようなアルゴリズムの工夫や、コンパイラ型の開発言語へのアプリケーションの移植が必要になると考えられる。

本研究では内視鏡の操作時間の測定を、臨床工学科の学生と臨床工学技士の教員を対象に行った。臨床工学技士を対象とした測定数が少ないため、統計学的評価は行っていないが、学生と臨床工学技士の間には操作時間に差があると考えられた。今後、評価対象を増やす必要がある。

評価方法についても再検討が必要である。今回の評価実験で行った内視鏡の操作は比較的単純であり、学生においても事前の練習に要した時間が数分であった。しかしながら、より複雑な内視鏡の操作もあるため、これらの操作も含めた評価が必要になるといえる。また、操作時間以外の評価指標も必要であると考えられる。例えば、内視鏡カメラの位置の軌跡や移動速度の経時変化も評価指標として有用であると考えられる。これは、内視鏡操作の熟練者では内視鏡の動きに無駄がなく、軌跡の長さが短くなるためである。これらの指標で評価するためのシステムの改良を進める必要がある。

5. まとめ

本研究では、画像認識技術を用いて、臨床工学技士養成校の学生や卒業後の臨床工学技士が内視鏡外科手術における内視鏡ビデオカメラ操作技術の評価するシステムを試作するとともに、操作時間の測定を行った。今後は、システムの改良や機能の追加を行うとともに、トレーニング方法やその成果の評価方法について検討を行い、実際に内視鏡カメラの操作トレーニングに活用できるシステムの完成を目指す。

参考文献

- (1) Campo, R., Reising C., Belle, Y. V, et al.: "A valid model for testing and training laparoscopic psychomotor skills", *Gynecol Surg*, Vol.7, pp.133-141 (2010)
- (2) Nilsson, C., Sorensen, J. L., Konge, L., et al.: "Simulation-based camera navigation training in laparoscopy – a randomized trial", *Sug Endosc*, Vol.31, pp.2131-2139 (2017)
- (3) 林龍太郎, 稲田慎, 藤江建朗, 布江田友理: "画像認識技術を用いた内視鏡ビデオカメラ操作技術評価システムの開発", 2023年度教育システム情報学会学生研究発表会(関西地区), P07 (2024)
- (4) PaddleOCR: <https://github.com/PaddlePaddle/PaddleOCR> (参照 2024.6.2)