

# 遠隔カテーテル操作システムに用いる医師の指運動計測の開発

○宋 大鵬 (香川大学), 郭 書祥 (香川大学), 宋 雨 (香川大学), 張 林帥 (香川大学)

## Development of the Finger Motion Measurement of Surgeons for a Remote Catheter Operating System

○Dapeng SONG (Kagawa University), Shuxiang GUO (Kagawa University), Yu SONG (Kagawa University), Linshuai ZHANG (Kagawa University)

Abstract: This manuscript describes a method which is by installing an acceleration sensor in the fingers to measure the operation of the surgeon's fingers, thereby obtaining the displacement and rotation of the catheter inserted into the human body. The proposed method can provide the telepresence for the surgeons during the catheterization. It can make surgeons better develop their operation skills, thus increasing the safety of the operation.

### 1. はじめに

高齢化を迎えた社会において、高度な医療支援がますます必要となっている。カテーテルの手術を行う度、医師は X 線により、自身の健康にも悪い影響を与えるというデメリットがあり、遠隔カテーテル操作支援システムが求められている。よって、精度の高い操作を実現することは重要である。本研究では、その遠隔カテーテルシステムに応用することを目的とした、医師の指運動の計測方法を提案する。

### 2. 研究背景と目的

昨今では、カテーテルの需要が高まると共に経皮的冠動脈形成術、狭心症などに用いられるバルーンカテーテルや、不整脈を起こす部位の周りを焼くことで根治を可能にするカテーテルアブレーション、レーザーをカテーテルの先端から放射することが可能なカテーテルなど、カテーテルの更なる応用が試みられている。その1つとして遠隔で手術を行う遠隔カテーテルシステムも有益な研究対象であると考えられる。遠隔カテーテルシステムで、重要な要素の1つに「操作感」がある[1]。この操作感とは従来の手術を行っている時の操作感である。操作感が高い遠隔カテーテルシステムを構築することが出来れば、熟練の医師はスムーズに遠隔カテーテルシステムを使用することが出来ると共に、見習いの医師の良いシミュレーションを行えるという利点を持つと考えられる[2]。その利点を得るために、本研究室は間接的に医師のカテーテルの操作量を測定する計測方法ではなく、直接的に医師の操作量を測定する方法を提案する。提案する方法を用いて医師の指の操作量を測定し、遠隔カテーテルシステムを通して患者の体内にカテーテルを挿入することを目的とする。



図1 カテーテルの操作の様子

### 3. 提案した指運動計測方法

医師の術中の指運動を計測するために、昨今、様々なところに応用されているMEMS技術で小型化された3軸加速度センサを手袋の指先に取り付けて、それを着用して、カテーテルの操作を計測する方法を提案した。測定原理としては図1のようにカテーテルを操作するので、挿入方向軸と同じ軸の移動量と、回転方向軸と同じ軸方向の移動量を3軸加速度センサで用いて測定し、回転方向は移動量を回転角度に変換する。この測定方法の新規性は、他のカテーテルの操作量を測定する方法と比較して、医師のカテーテルの操作の動作を邪魔しないという利点があると共に、従来の手術の技術をそのまま、遠隔操作システムに反映することが出来ることである。また、高精度で多機能なグローブを実現できれば、スムーズに遠隔手術システムが社会に浸透することと共に、様々なセンサを組み込むことで更なる手術の安全性の向上に繋げることが可能であると考えられる。

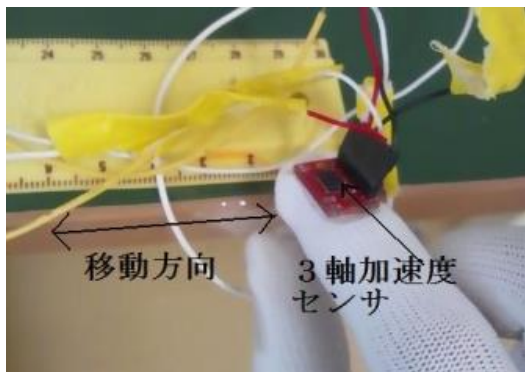


図2 実験の様子

#### 4. 実験方法

実験の目的は人の指に加速度センサを取り付けて、実際に指の移動量を測定できるかどうかを検証することである。図2のように手袋の人指し指の爪の側に、3軸加速度センサを取り付けて、定規の方向に移動させてカテーテルの挿入方向の動作に用いられるかどうか検証した。

#### 5. 実験結果

図2のように測定し、周波数=50Hz サンプル数=500でAD変換を行ったところ 以下のような結果を得ることが出来た。

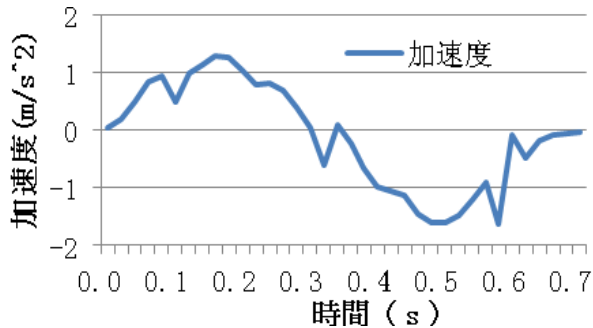


図3 加速度の測定

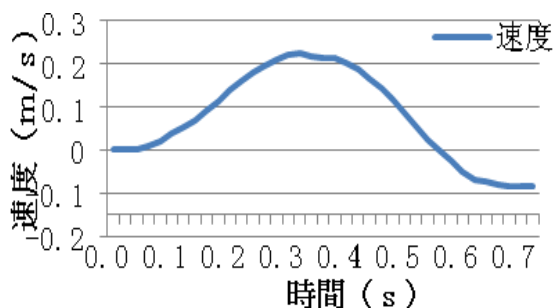


図4 速度の測定

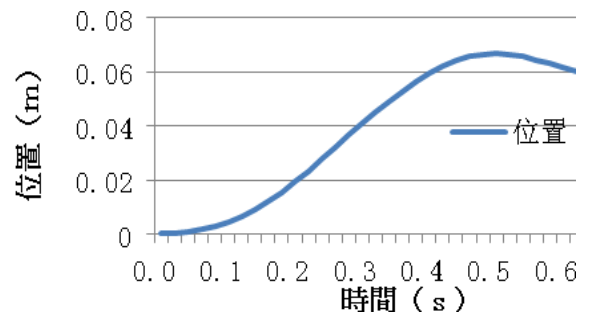


図5 位置の測定

今回の実験を行った結果図3~5のように、加速度センサを用いて指の移動量を計測することが可能だという結果を得ることができたが、図3の加速度の測定のように、所々で、ローパスフィルタで7.3Hz以上の周波数のノイズを除去しているが、不安定な部分がある。この主な理由として、加速度センサは温度によってオフセットがよく変動してしまうことが考えられる。また、図4、5は台形法則を用いた積分結果を用いて導いた。線形積分法といった、加速度がサンプリングの間の時間に線形的に変化していると仮定した計算方法を用いると、速度に変換する時点で多大な誤差を含んでしまい、距離に変換する際には更に大きくなってしまったので、サンプリング間の加速度の変動は線形的ではないことが考えられる。また、実際に加速度センサを指に取り付け、手術を違和感なく、行うためにはより工夫を施した装着方法を考えなければならないことが判明した。

#### 6. 結論

指の操作量を計測することにより、従来医師の操作に接近する操作デバイスを開発することは可能だと考える。本研究では、加速度センサを用いて、医師の指の操作量を計測した。この実験結果では、デバイスの開発の参考になると考える。

#### 参考文献

- [1] X. Yin, S. Guo, N. Xiao, T. Tamiya, Safety Operation Consciousness Realization of a MR Fluids-based Novel Haptic Interface for Teleoperated Catheter Minimally Invasive Neuro Surgery, IEEE/ASME Trans. Mech., Vol.21, No.2, pp.1043-1054, 2015
- [2] L. Zhang, S. Guo, H. Yu, Y. Song, T. Tamiya, H. Hirata, H. Ishihara, Design and performance evaluation of collision protection-based safety operation for a haptic robot-assisted catheter operating system, Biomedical Microdevices, Vol.20, No.2, pp.1-14, 2018.