

外科手術支援に向けた手ぶれの検出方法の検討 Study on Shake Detection Methods for Surgical Assistance

○虎谷彬秀¹, 関山晃生², 中山渉², 田邊魁晟², 森下克幸³, LYU SHUXIN³, 齊藤健⁴

*Akihide Toratani¹, Kosei Sekiyama², Wataru Nakayama², Kaisei Tanabe², Katsuyuki Morishita³, Shuxin Lyu³, Ken Saito⁴

Abstract: In recent years, surgical robots have been used in medicine and have attracted much attention due to their ability to suppress hands shaking. Therefore, the authors aim to develop a device that can be attached to tweezers and compensate for hands shaking. In this paper, we investigated the measurement values and errors using acceleration data a preliminary step to the hands shaking device. As a result of the measurement, the shake was confirmed in the frequency range of 2Hz~9Hz using Fast Fourier transform because there was a lot of noise mixed in. Further studies will be conducted to obtain more accurate hands shaking devices data.

1. はじめに

近年の外科手術では、手術支援ロボットにより手ぶれを大きく抑制することが可能である。手指の動きを正確に縮小し、ロボットアームに取り付けた鉗子類の先端に伝達することで、手ぶれを抑制している^[1]。しかし、問題点として機械の価格が高額であるとともに、使用するためには医師へ高い技術が要求される。

そこで我々は、安価で今まで使われているピンセットに装着し、手ぶれの補正を行うデバイスの開発を目的とする。我々は手ぶれデバイス開発の前段階として、9軸ジャイロセンサを用いて加速度のデータによって手ぶれの検出を行った。加速度は、測定プログラムによって、直接的にデータを得ることが出来る。測定データには誤差が含まれる為、誤差を取り除くアルゴリズムが必要になる。

本論文では、9軸ジャイロセンサを用いて静止状態と手に持った状態の加速度を測定および比較し、手ぶれが測定出来ているのかの確認を行った。加えて、より正確なデータを得る為、Fast Fourier Transform 解析を用いて検討したので報告する。

2. 手ぶれ補正デバイス

我々が目指している手ぶれ補正デバイスは、内部に9軸ジャイロセンサとリアクションホイール^[2]を搭載している。9軸ジャイロセンサが手ぶれによって生じる角度と変位を検出し、この検出結果からぶれ量（角度・変位）を相殺するようにモータを駆動させ手ぶれを補正する。

3. データの測定方法と測定結果・検証

本実験で使用した9軸ジャイロセンサは、BOSCH社が開発したBNO055をArduino UNOに接続しデータを取得した。

本実験では、静止状態と手に持った状態との差から手ぶれのデータの取得を行った。

本実験の方法について以下に示す。静止状態を求めると固定用の治具を用いて、9軸ジャイロセンサの固定を行った。静止状態の測定は測定器を机の上に置き一定時間測定し、測定を行った。手に持った状態の測定を行うときは、実験者は座り、肩は地面に垂直になるようにし、肘は90度にし手に治具ごと測定器を持つことで測定を行った。軸については、体側面方向をX軸、体の正面方向Y軸、体の上下方向をZ軸とする。

Figure 1. (a)に静止状態・Figure 1. (b)に手に持った状態の実際に測定されたデータを示す。

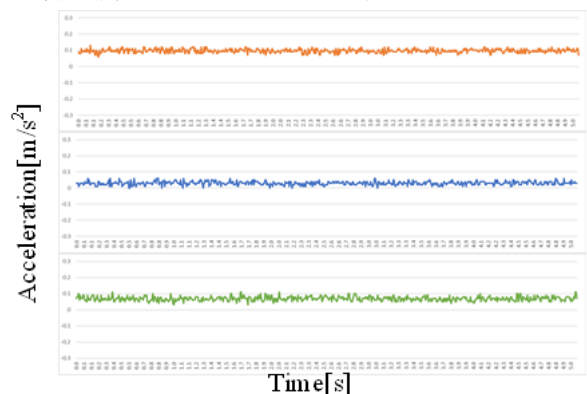


Figure1. (a) Measurements of the stopped state

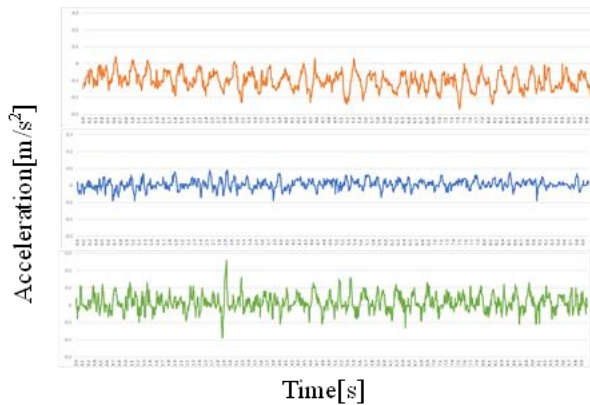


Figure 1. (b) Measurements of hand-hold condition

Figure 1. (a)と Figure 1. (b)は、上の黄色のグラフは X 軸、中央の青色のグラフは Y 軸、下の緑色のグラフは Z 軸を示している。Figure 1. (b)では、Figure 1. (a)と比較することで、手ぶれが検出されることを確認した。しかし、Figure 1. (a)の静止状態では加速度が発生しないにもかかわらず X 軸・Y 軸・Z 軸の最大値と最小値の差が 0.06 ほどの加速度が検出され、これらはノイズだと考えられる。

測定値には、多くのノイズが混ざっていることが確認され、その中から手ぶれを検出するため、Fast Fourier Transform 解析を用いて手ぶれの周波数帯を確認する。

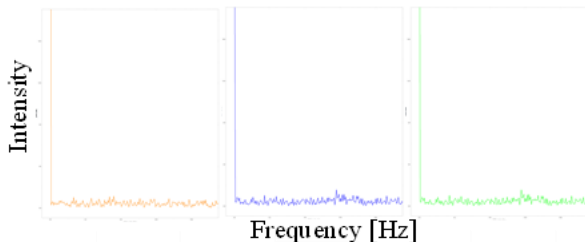


Figure 2. (a) Frequency component of the stopped state.

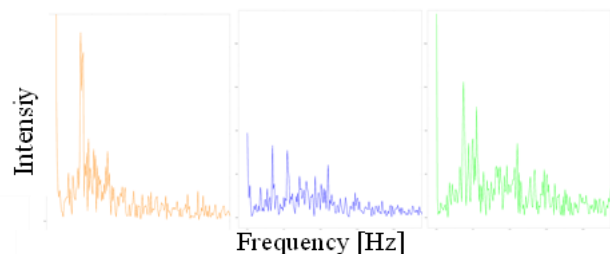


Figure 2. (b) Frequency component of hand-hold condition

Figure 2. (a)と Figure 2. (b)は、左の黄色いグラフは X 軸、中央の青色のグラフは Y 軸、右の緑のグラフは Z 軸を示している。Figure 2. (b)は、Figure 2. (a)と比較すると 2Hz から 9Hz の間に大きく周波数成分が出ており、手ぶれは 2Hz から 9Hz の範囲であると考えられる。

4. まとめ

本論文では、手ぶれの検出における 9 軸ジャイロセンサでの測定、および検出の方法について検討を行った。結果、静止状態と手に持った状態を比較し、手ぶれの検出を確認した。Figure 1. (a)と(b)の測定データを基に Fast Fourier Transform 解析を行った結果、手ぶれが 2Hz から 9Hz の間で大きく周波数成分が検出した。

今後は、より正確な手ぶれのデータを得られるよう、手ぶれの検出について検討を行う。

5. 謝辞

本研究は、令和 2 年度日本大学学術研究助成金・総合研究の助成を受けたものです。また、本研究の一部は令和 4 年度日本大学特別研究の助成を受けたものです。

6. 参考文献

- [1] 武中篤：ロボット支援手術の利点と問題点，内分泌甲状腺外会誌，Vol.31，No.2，pp.83-86，2014.
- [2] 野村友理香，石川潤：リアクションホイールを用いたホッピングロボットの空中姿勢制御，ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集，2A1-C07 (1)-(4)