

リハビリロボットを用いた上肢の動作解析に関する研究

機械工学科 250136 船木 周平
指導教員 木澤 悟

1. 緒言

脳卒中や脊髄損傷、高齢化などを原因とする運動麻痺者はリハビリによって運動機能の改善が期待できる。しかし、リハビリには理学療法士や作業療法士の補助が必要であり、リハビリの増加は医療福祉従事者の負担を大きくさせる。それをロボットによって行うことで負担を減らすことが期待されている。しかし従来の上肢リハビリロボットは据え置きで大掛かり、移動が難しく、高価である。そこで、安価なモーションキャプチャ装置 Kinect v2 を導入することで自宅にも持ち運び可能で安価な、各関節の位置情報により、関節個々の運動機能を評価できるシステムを開発した(図 1)。そのシステムによる上肢の動作解析の評価を行った。

2. 研究方法

Kinect と VICON でリーチ動作を同時に計測し、各関節の位置情報と、力覚センサによる手先の力の情報を得る。それらの情報を図 2 のようなリンクモデルにあてはめて、関節角度、関節モーメント、関節パワーを解析した。Kinect による解析結果と、VICON による解析結果を比較し、Kinect による動作解析の有効性を検討した。例として、肘部の関節モーメントは、図 3 の肘部リンクモデルより、

$$\begin{aligned} M_e = & -I_2\ddot{\theta}_2 + (F - m_1\dot{x}_1)(y_h - y_2) \\ & + (F - m_1\dot{x}_1 - m_2\dot{x}_2)(y_2 - y_e) \\ & + (N - m_1\dot{y}_1)(x_h - x_2) \\ & + (N - m_1\dot{y}_1 - m_2\dot{y}_2)(x_2 - x_e) + M_h \end{aligned}$$

と導出できる。関節モーメントの導出は計測する動作は、300[mm]先へ腕を伸ばすリーチ動作とした。また、進行方向と逆向きの外乱印加下でもリーチ動作を計測した。例として、外乱印加時の条件を図 4 に図示する。

3. 研究結果

図 5 は外乱印加下での肘部分の関節モーメントである。肘関節では伸展の関節モーメントが確認できた。特に外乱印加時に各関節のモーメントが増加していることが確認できる。これは各関節のモーメントを増加させることで外乱に抵抗したことが考えられる。他の関節、他の条件でも Kinect と VICON が同様の傾向になったので、上肢のリーチ動作計測において本研究で提案した Kinect による運動機能の評価が有効であることがいえる。



図 1 上肢リハビリロボットシステム

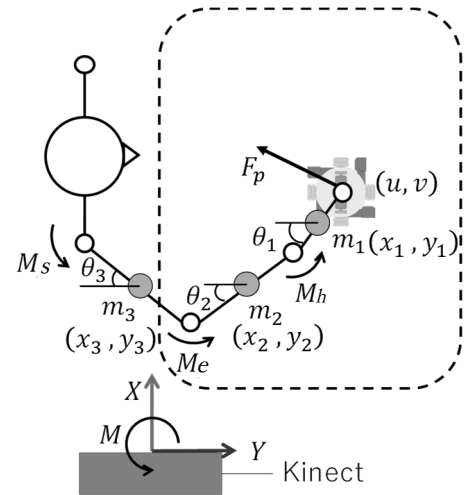


図 2 リンクモデル

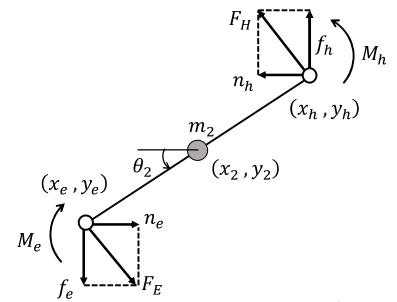


図 3 肘部リンクモデル

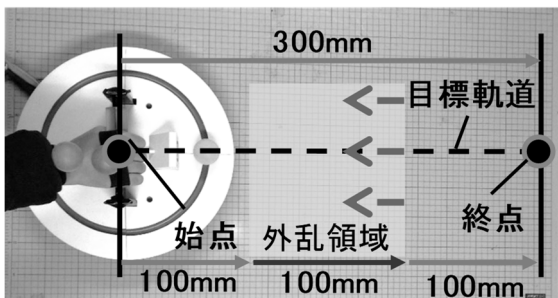


図 4 外乱印加時のリーチング

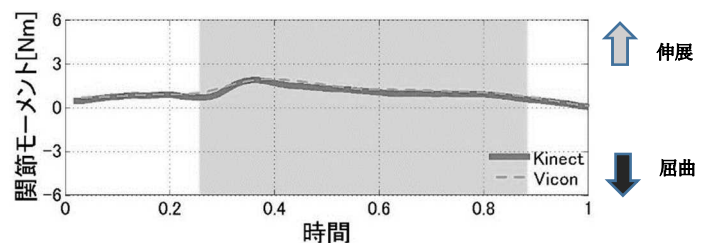


図 5 肘関節モーメント