

Kinect による上肢リハビリ装置の動作解析の精度検証

生産システム工学専攻 三浦 雅弘

1. 緒言

上肢麻痺患者のリハビリテーションを目的として、可搬性に優れ、卓上で気軽にリハビリを行うことができる上肢リハビリシステムを開発した。システムには、リハビリ時の動作、進捗を計測、評価するための動作解析装置として、安価かつ小型で測定場所を限定しないという理由のため、Microsoft 社のモーションセンサ Kinect v2 を組み込んだ。Kinect v2 には、マーカレスであらかじめ推定された関節位置を計測する機能が搭載されているが、精度面で劣り、上肢の kinetic, kinematic に関する運動解析、評価が困難である。そこで本研究では、Kinect v2 のカラーセンサと深度センサを用いて任意の位置に貼付したマーカを追従し、関節の座標を取得するシステムを開発した。また、開発したシステムを用いて健常者で実験を行い、関節座標や、関節モーメント等の評価項目について精度の検証を行った。

2. 研究方法

図 1 に上肢リハビリシステムの外観を示す。患者は、卓上にあるロボット本体のグリップを把持し、前面モニタに表示された目標軌道に沿うように装置を操作する。グリップの下部には力覚センサがと搭載されており、患者がグリップに加えた手先力をロボットにフィードバックすることで随意的に動作のアシストを可能としている。また、ロボットの車輪にはオムニホイールを採用し、卓上での全方位移動が可能である。

実験方法は、あらかじめ 3D プリンタで作成したマーカを検出の対象とし、そのマーカをロボット本体、右肩、右肘、右手首、右手先、頭、右股関節の計 7 点の位置に貼付する。被験者は、ロボットを把持した状態で前後 300mm のリーチング動作 5 往復を行った。なお、被験者は健常者 1 名である。また、Kinect 用のマーカと同様の位置に、VICON 用のマーカも貼付し、開発したシステムと同時計測を行った。VICON の計測座標を真値として、開発したシステムの計測座標および評価項目の精度を検証した。

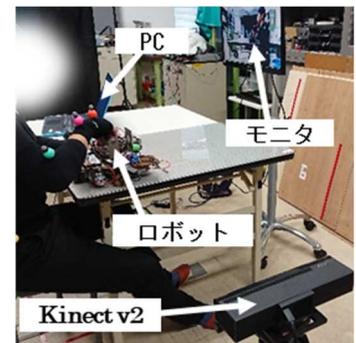


図 1 上肢リハビリシステム

3. 研究結果

実験結果の一例として、右肘の X 座標(前後方向)の結果を図 2 に示す。図中の実線は真値となる VICON の座標、破線は開発した動作解析システムによる座標を示している。横軸は正規化した時間、縦軸は計測座標[mm]を示している。グラフより、開発したシステムによる計測座標は、VICON の計測座標とよく一致しており、平均絶対誤差 4.3[mm]であった。

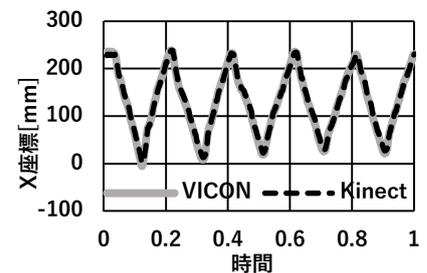


図 2 肘関節の X 座標

次に、上肢の kinetic な解析結果の一例として、力覚センサと座標の計測結果より上肢 3 リンクモデルを構築して算出した、上肢の関節モーメントの解析結果を示す。図 3 は、肘関節モーメントの解析結果である。値が正の場合は伸展、値が負の場合は屈曲の向きにモーメントが働いている。前方リーチ時は伸展、後方リーチ時は屈曲向きにモーメントが働いていることが読み取れる。VICON の計測値から算出された値との平均絶対誤差は、0.009[Nm]であった。これらの結果より、開発したシステムは簡易な動作解析システムとして有用であることが分かった。

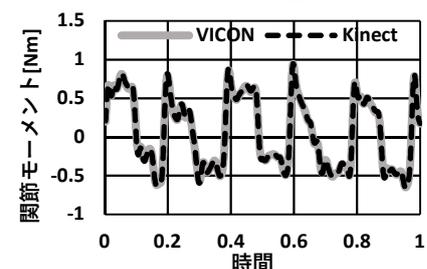


図 3 肘関節モーメント