

# 拡張現実を用いた上肢用リハビリロボット開発と動作解析の精度検証

生産システム工学専攻 菊地 大輔

## 1. 緒言

本研究では上肢片麻痺患者のリハビリテーション用に、可搬性が良く机上でもリハビリが可能な卓上型リハビリロボットを開発した。WEBカメラとAR(拡張現実)を用い、ロボットの自己位置を推定しロボットの位置決め制御を行っている。力覚センサを搭載し見かけの剛性等を可変できるインピーダンス制御も可能である。さらに、リハビリの進展状況を把握するためには上肢の動作解析が必須であるため、Kinect センサによる関節座標を取得する技術を開発した。これにより、上肢の肩、肘、手の位置情報を取得し、各関節角度等の運動学的変量および各関節モーメント等の動力学的変量を算出ができ、リハビリの評価指標をオンラインで把握できる。本発表では、開発した上肢リハビリシステムの概要と Kinect を用いた動態解析の精度検証について報告する。

## 2. 研究方法

図1に上肢リハビリシステムの外観を示す。リハビリは、患者の前方に設置されたモニタ画面に映し出される目標軌道円をトレースする。そのとき AR 技術によりロボットの現在の軌跡もモニタ上に描画される。これにより、目標軌道の差異を認識しながら円軌道のリハビリが可能となる。また、Kinect を用いて任意の関節に設置したカラーマーカの座標を解釈し動作解析を行う。Kinect 内蔵の RGB センサにより色情報を取得し、色領域の2値化処理を行い、2次元的に重心位置を算出する。さらに、内蔵の深度センサで重心位置とカメラの距離を取得できる。以上の手順により、動作解析に必要な3次元の関節座標を取得できる。動作解析の精度検証実験として、健常者1名を対象に、カラーマーカを右肩、右肘、右手首、右手先に貼付し、ロボットを把持した状態でモニタに表示される直径150[mm]の円をトレースする運動を行った。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。

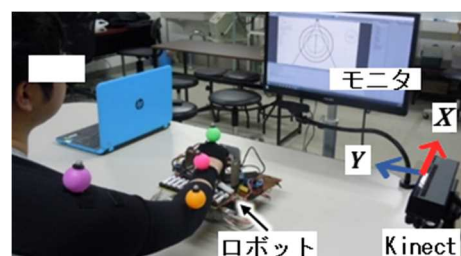


図1 上肢リハビリシステム

## 3. 研究結果

描円運動の軌跡を示す一例として、手先に貼付した各マーカの XY 座標を比較した結果を図2に示す。なお、Kinect を原点として水平方向が X 座標、奥行き方向が Y 座標である。比較結果から、Kinect の時間分解能は VICON と比較して劣り、移動軌跡は滑らかさに欠けているが、座標のトレース自体は良好であることが分かる。X 座標の平均絶対誤差(MAE)は3.4[mm]、Y 座標の MAE は4.6[mm]で、いずれも5[mm]以内に収まっている。次に、上肢の動力学的評価項目の一例として、力覚センサ情報と、卓上の水平面を対象に構築した上肢3リンクモデルから逆動力学的に解析した上肢の関節モーメントを示す。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。Kinect の解析結果は連続的に伸展屈曲が行われる描円運動の特徴を抽出できており、VICON 側の解析結果と比較した MAE も0.04[Nm]であった。これらの結果により、安価で小型な Kinect センサを用い開発したシステムは、動作解析システムとして有用であることが分かった。

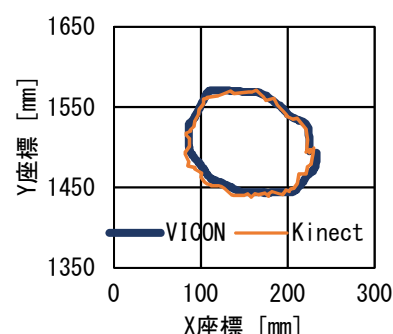


図2 手先移動軌跡の比較

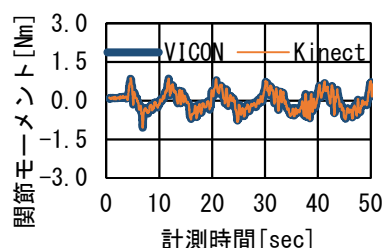


図3 肘関節モーメントの比較