

Kinect を用いた上肢リハビリ支援システムの開発

生産システム工学専攻 長谷川 俊幸

1. 緒言

近年、医療福祉分野では人間の運動の把握に動作解析が応用され、リハビリにおいても障害の改善度評価などに有用であることが考えられる。Microsoft の Kinect センサは動作解析を安価に実現できるため、各分野で応用されている。Kinect は標準で関節推定機能を持つが、これは精度面で汎用性に欠けることが分かった。そこで本研究では Kinect によるマーカ方式の動作解析システムを構築し、先行研究として開発中の上肢リハビリ装置において装置自己位置、および上肢関節位置取得への応用を検討した。

2. 研究方法

本研究では、Kinect による動作解析を応用した上肢リハビリ支援システム（図 1）を開発した。Kinect で任意対象の動作解析を行うため、任意マーカ位置を計測する方法を検討した。リハビリ装置は、患者が本体グリップを握り、モニタの目標軌道に従い腕を動かすことで本体を操作する。本体はオムニホイールにより全方向へ移動できる。グリップには力覚センサを搭載し、感知した力の向きに装置を移動制御することで、麻痺患者の小さな力でも随意方向への十分なリハビリ動作が可能である。装置本体と肩、肘、手首関節の 4 カ所にマーカ（ピンポン玉）を貼付し、装置前方の Kinect によりマーカ位置を取得する。図 2 に示すように、Kinect のカラーセンサによる色認識でマーカを検出し、画像上の位置(a)と深度センサで得た深度(b)をもとに 3 次元位置(c)を計算する。また、Kinect で取得したマーカ位置の精度評価実験を行った。開発したリハビリシステムで、図 3 に示す 10 往復の斜め 45 度直進動作についてマーカ位置計測を行った。Kinect 用の各マーカに隣接して VICON の反射マーカを貼付し、Kinect による計測と同時に動作解析装置 VICON での計測も行った。VICON は高精度な計測が可能のため、ここでは VICON の計測値を基準として Kinect の計測値との差によって Kinect のマーカ計測精度を求めた。

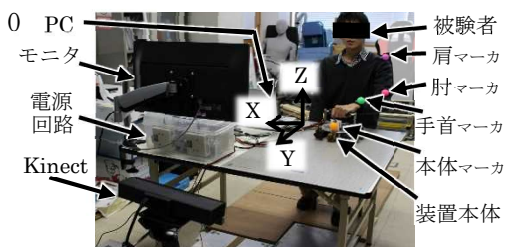


図 1 上肢リハビリ支援システム

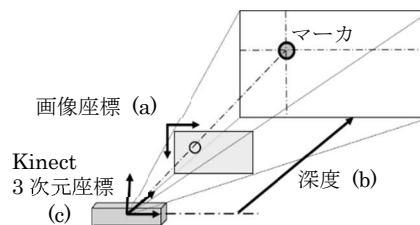


図 2 マーカ位置の認識

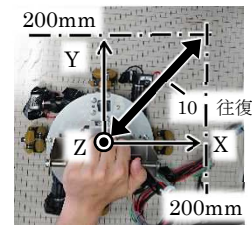


図 3 実験動作

3. 研究結果

精度評価実験により得られた Kinect による本体マーカの測定値の平均誤差を図 4(a)に示す。最大誤差は X 方向で 4mm, Y 方向で 5mm, Z 方向で 6mm であった。これは、上肢リハビリ動作を捉えるのに十分な精度であると考えられる。肘関節角度は図 5 に示すようになり、最大誤差 6.0 度、平均誤差 1.7 度であった。ここで、肘を曲げたときの誤差が大きい傾向にあった。そこで、各マーカの平均誤差を比較すると図 4 に示すように本体マーカ(a)に比べ、各関節マーカ(b, c, d)の誤差が大きいことが分かった。この原因として、Kinect と VICON のマーカ貼付位置の違いが考えられる。各関節では、実験中に平行動作のほか回転動作も生じるため、2 種のマーカ貼付位置の違いによりマーカの動きに相違が生じたと考えられる。上肢関節位置については若干の相違が生じたため、原因と考えられるマーカ貼付方法について今後の検討課題とする。

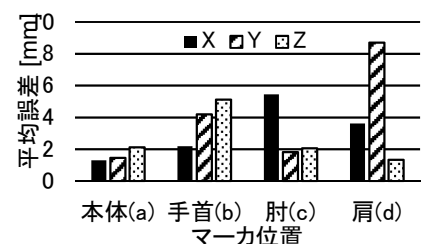


図 4 マーカ位置平均誤差

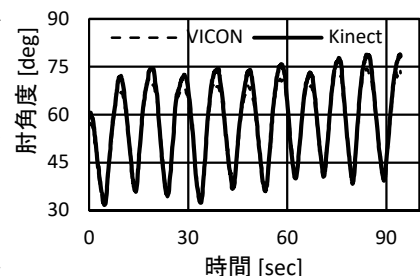


図 5 肘関節角度