

ウェアラブルなセンサシステムを用いたロボットの追従制御

知能機械力学研究室 久保光太郎

1. 研究背景・目的

人型ロボットは人間の施設をそのまま利用できるといった利点があるが、リンクや自由度の多さなどから動作制御は難しい。そのため人の動作を解析し、ロボットに真似させるという方法がよくとられている。計測には多くの場合、三次元動作解析カメラが使われるが、機材が非常に高価であること、広いスペースが必要であること、光学的な環境に左右されることなどから、計測環境が限定され、実時間制御は困難である等の問題がある。

本研究ではウェアラブルな姿勢センサを用いて人間の動きを解析し、ロボットを実時間制御することを目的とする。今回はセンサシステムとセンサ性能測定用のロボット、および、人の腕を模倣したアームロボットを試作し、実験により追従性の検討を行なった。

2. 実験装置および方法

本研究では、二軸の加速度センサと一軸のジャイロセンサで構成されるウェアラブルなセンサ、センサ性能評価用ロボット(Fig.1)、人間の腕を模倣したアームロボット(Fig.2)を用いる。

まずセンサ性能評価の方法について説明する。Fig.1のロボットに試作したセンサシステムと市販の姿勢センサ、3DM-GX1(クレークト・インターナショナル社)を取り付ける。この状態でロボットを一方方向に -90 度から +90 度まで動作させ、センサの姿勢情報から性能を評価した。角度は主にジャイロセンサから積分を行い、加速度センサによる簡単な補正を行った。

アームロボットによる追従制御実験では、条件として人間は肩および肘の捻りを行わない、肩を開かない、つまり腕を前に突き出す一方向のみで追従を行う。被験者の上腕と下腕にセンサを一つ取り付ける。アームロボットの関節角度の指令値は、センサが検出した人間の腕の姿勢より求める。姿勢は主にジャイロセンサから求める。下にジャイロセンサの信号から角速度を導く式を示す。

$$\omega = \frac{(V - V_0) \times V_{DD}}{D \times A \times K} \quad (1)$$

ω :角速度 A:信号増幅率(4.7)

D:角速度当たりの電圧 0.67mV K:分解能(10bit)

V_0 :角速度0時の出力電圧 V:センサからの電圧

V_{DD} :入力電圧

追従性の検討には、三次元動作解析カメラを使ったモーシ

ョンキャプチャーを使用して、人間とアームロボットの各関節間の角度を調べる。今回は腕を振り続けた場合のジャイロセンサによる動的な変化の追従と、腕を振り上げ空中で止めた場合に加速度センサで静的動作に変わったことを検知させ、アームを停止させる制御を行う。



Fig.1 Sensor test robot

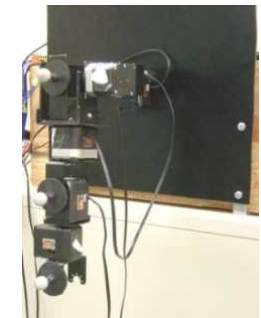


Fig.2 Arm robot

3. 実験結果および考察

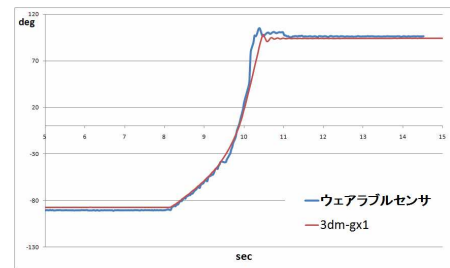


Fig.3 Estimation of sensor system

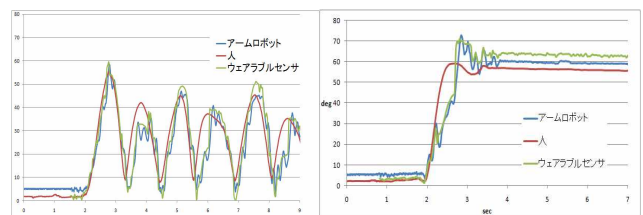


Fig.4 Continuing swing

Fig.5 Swing and stop

Fig.3 センサの性能評価より、本提案手法のセンサは3DM-GX1 とほぼ同じ角度を検出しており、このような条件では十分な精度を有していることが確認できた。

追従制御実験結果として肩関節の角度を Fig4, Fig5 に示す。結果、誤差はあるが、ある程度の追従が行えていると考えられる。

本提案手法のウェアラブルなセンサシステムを用いた動作解析によって動的・静的な動きの両方を追従制御できる目途が立った。今後は、より加速度センサとジャイロセンサの組み合わせによる誤差修正についてさらに検討していき、追従可能な関節数を増やす予定である。