

立ち上がり訓練のための姿勢計測の研究

知能機械力学研究室

田中康規

1. 緒言

近年の高齢化社会への進行により、歩行機能の障害から寝たきりの状態になる人が増加している。したがって、高齢者や歩行機能に障害を有する患者にとっては歩行や立ち上がりの訓練を機能回復させることが必要になる。

ここでは、患者の安全は確保しつつ、できるだけ患者自身の力を使い不足分だけ支援するような訓練機を取り上げる。その方法として、患者が立ち上がる時の下肢や上肢の傾きと床反力を計測し、その結果を用いてリアルタイムに各関節にかかるモーメントを推定して、立ち上がるのに不足している必要最低限の力を吊り機構で支援すること考えている。本研究では、その第一歩として、訓練機に組み込めるような簡便な姿勢計測方法を提案し、それと別途製作した簡便な床反力計を組み合わせ関節モーメント推定を試みる。

2. 従来方による関節モーメントの推定

従来は、姿勢の計測には複数のカメラを用いた、3次元動作解析装置が広く用いられており、それと市販の3次元床反力計を組み合わせれば、立ち上がり時の足首、膝、腰の各関節に加わるモーメントを推定することが可能である。

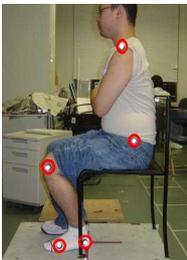


図.1 マーカーの配置

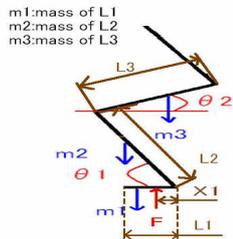


図.2 各部必要な寸法

姿勢および床反力の計測データと力のつり合いにより、 M_1 (足首)、 M_2 (膝)、 M_3 (腰) が容易に計算できる。

$$M_1 = Fx - \frac{43}{100} L_1 m_1 g$$

$$M_2 = F\{L_2 \cos(\theta_1) - x_1\} - \frac{43}{100} L_2 m_2 g \cos(\theta_2)$$

$$M_3 = F\{L_3 \cos(\theta_2) - L_2 \cos(\theta_1) + x_1\} - \frac{43}{100} L_3 m_3 g \cos(\theta_2)$$

3. 提案する姿勢計測法

カメラを用いた3次元解析装置は大規模なシステムであり、立ち上がり訓練機に組み込むには困難である。そこで、姿勢センサとして図.4のように患者にとりつけられるウェアラブルな加速度計の出力が重力と加速度計の方向との角度で変化することを利用した角度センサ(図.3)を製作し信号処理に

より角度を計算することを提案する。

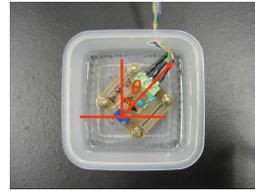


図.3 角度センサ

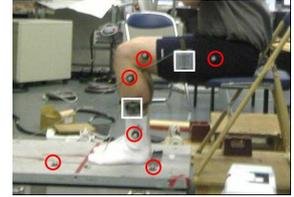


図.4 角度センサ取り付け位置

静的な立ち上がりで、慣性力が無視できれば、図.3のように傾きから加速度計が電圧を出力することから、角度は以下の式より計算できる。

$$V_0 = \frac{V_{\max} + V_{\min}}{2}, K = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{2}, \theta = \sin^{-1}\left(\frac{V - V_0}{K}\right)$$

4. 精度の検証

角度センサと3次元動作解析用のマーカーを図.4の表記位置に配置し、立ち上がりの角度の検証を行い、図.5のような角度となった。足首の角度はほぼ同地になり、膝の角度は初期値にずれが生じ、全体的に少しずつずれている。ただし、このずれは十分誤差範囲ないと考えられる。

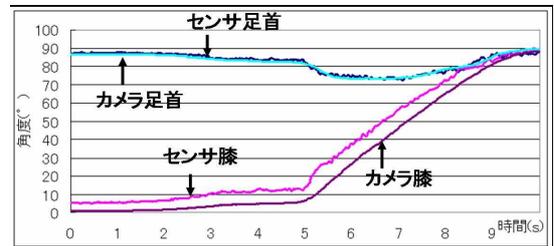


図.5 センサとカメラの角度比較

5. 結果および考察

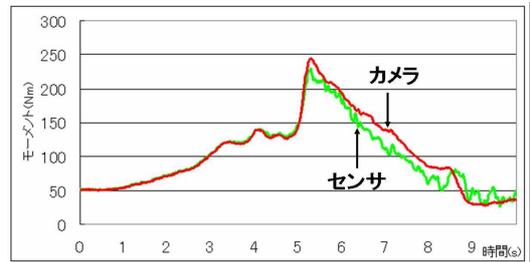


図.6 腰部のモーメントの比較

2の計測方法、および3の計測方法と床反力計を用いる方法での腰部のモーメントの計測結果の比較は図.6のようになった(角度の初期値を合わせ計算したもの)。立ち上がり動作の前傾姿勢が最大になるまではモーメントが同じになり、その後ずれが生じている。今後、精度向上のため、配置や取り付け方法について検討していく予定である。