

全身運動計測用マーカセットについて: the ETL/HH marker set の概要と特徴

山本知幸 (産総研) 宮腰清一 (産総研) 國吉康夫 (東大/産総研)

Introduction of the ETL/HH marker set for whole body motion analysis

*Tomoyuki Yamamoto (AIST), Seiichi Miyakoshi (AIST), Yasuo Kuniyoshi (Univ. of Tokyo/AIST)

Abstract—A marker set of whole body motion analysis, the ETL/HH marker set is introduced. The body model consists of 19 segments (16) joints where the torso is divided into three parts. At least three marker points are provided for each segment and all three Euler's angle can be obtained. Although the number of markers are 69 (59 of them are dynamic markers, that needs tracking), detailed data are obtained. To our knowledge, this is the only marker set that can obtain all joint angle (including the rotation) for the whole body.

Key Words: motion capture, whole body motion, marker set, motion analysis

1. はじめに

光学式 3 次元位置測定装置により人間の全身運動の計測をするために、新たなマーカセットを設計した。これは、下肢の運動解析用に設計された Helen Hayes マーカセット¹⁾ に上肢の部分を加えたもので、ETL(Extended to Total Limbs)/HH マーカセットと呼ぶ。

全身の各自由度を測定するマーカセットは、これまでも提案されてきたが、全身の各セグメントに 3 点以上のマーカを割り当てて、Euler 角の 3 成分を測定出来るものは我々の知る限り存在しなかった。我々の ETL/HH マーカセットでは、各セグメントに 3 点のマーカを割り当て、3 自由度の回転を計測することが可能である。そのため、各関節において Euler 角を測定することが実現された。

これまで使用されてきた、主にスポーツ解析や、エンターテイメント目的の全身計測用のマーカセットでは、マーカは各セグメントに 2 点程度しか割り当てられていないか²⁾、全身をカバーしていない³⁾ので、全ての自由度を計測することが出来なかった。そのしわ寄せは、主に長軸周りの回転 (rotation) をデータとして得られないこととなって現れている。我々のマーカセットは、この欠点を取り除くために設計されたものである。

2. マーカセットの概要

ETL/HH マーカセットの身体モデルは 16 関節、19 セグメントからなる (図 1)。手足の指は掌部と一体化したが、胴体は 3 分割され、体を曲げたり回旋したりするような全身運動も充分再現しうる。総マーカ数は 69 であるが、そのうち関節中心の位置を測定するためのキャリブレーション用のマーカ (スタティックマーカ) が 10 個あり、59 個がトラッキングの必要なダイナミックマーカである。ただし、そのうち 2 個は骨盤の回転を測定するためのもので、実質 57 個となる。つまり、19 セグメントに各 3 点割り当てた場合の

最小値である。

詳しいマーカの位置や名称は割愛するが、図 2 にマーカを装着した被験者の写真を示した。写真内の数字はマーカの番号を示す。

3. マーカセットの特徴

このマーカセットの長所は、関節角が 3 自由度で計測できることにある。とくに、長軸周りの回転 (rotation) まで計測できることが特徴である。rotation が重要な運動の例として、体の体軸周りの回旋を計測した。図 3 および 4 に、それぞれ関節角 (rotation のみ) と絶対角 (方向に相当する) の時系列を示した。前者には、胴体上部、胴体下部、左股、左足首の回転角を示した。回転はほぼ同期しており、それぞれのセグメントの回転角は 20 度程度であることがわかる。後者には、胴体上部、胴体下部、左股の絶対座標での回転を示した。前者の回転角が、上部に行くに従い加算されて、胴体上部はその総和として 70-80 度程度回旋していることが分かる。また、それぞれのプロットの上下間隔が、前者のグラフの回転角に対応している。符号が逆になっているのは、座標系の原点の取り方が違うことによる。

運動解析を 3 次元で行う場合には、rotation の果たす役割は無視できないと考えられる。例えば、腕を水平にのばした状態から肘の屈曲を行う場合は、何も指示されなければ手先の軌道は平面をえがくが、肘の回転軸は鉛直軸とはずれているため、それを補正するために上腕が肘の屈曲に合わせて回転する。このように日常的な動作にも rotation が深くかかわっており、運動のスキルを詳しく研究するのにも欠かせないファクターであると考えられる。

胴体のセグメントの数も、腰部、腹部、胸部と三分割されており、またそれぞれに関して回転角が計測できるので、背骨の分割数には足りないものの、例えば起き上がる時の体の屈曲などが、運動を解析するのに充分なだけ計測されると期待される。

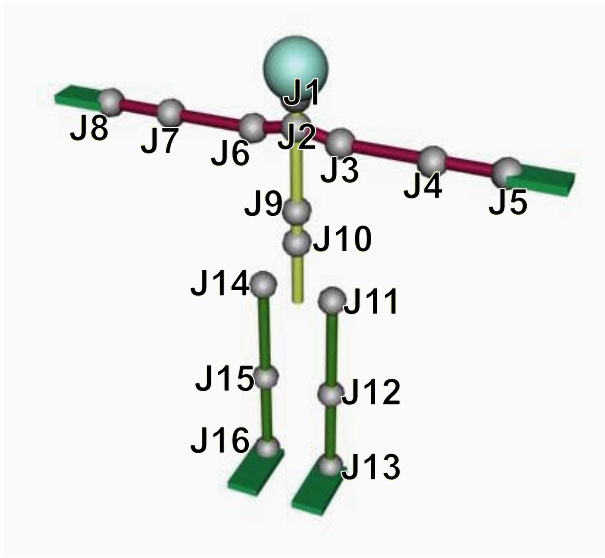


Fig.1 The body model. The body consists of 19 segments and 16 joints. Joints (J1 to J16) are shown.

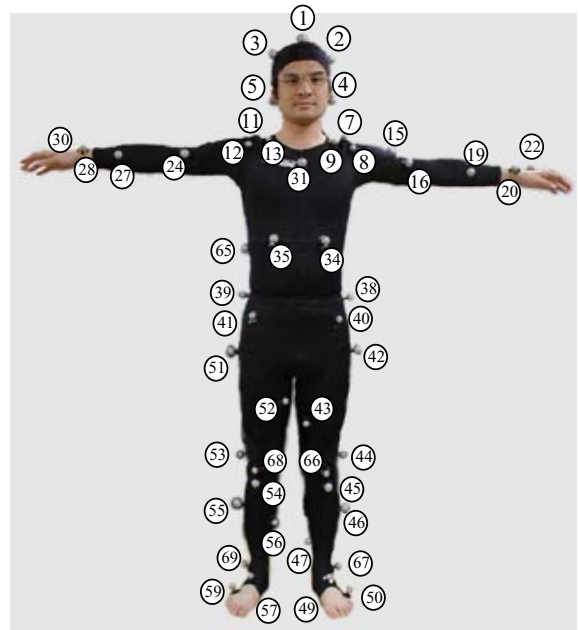


Fig.2 front view of marker setting.

このマーカースットの短所は、マーカースットの数は多いため、トラッキング等の後処理の手間が多いことである。ただし、これは装置およびソフトウェアの進歩¹、そしてオペレーターの熟練により充分カバーできると考えられる。トラッキングアルゴリズムの改善により、体をおり曲げるなど、マーカースットを隠したりする動作が含まれない場合は、ほとんど自動的に後処理がなされる。

4. おわりに

本研究では全身運動を計測するためのマーカースットとして、ETL/HH マーカースットを設計した。胴体部分の分割を多くとった19セグメントの身体モデルの16関節全てに対して3自由度のEuler角が計測できるため、多くの自由度の、多くの角度の情報を得ることが出来る。このマーカースットを、全身運動の測定のための標準マーカースットとして提案したい。

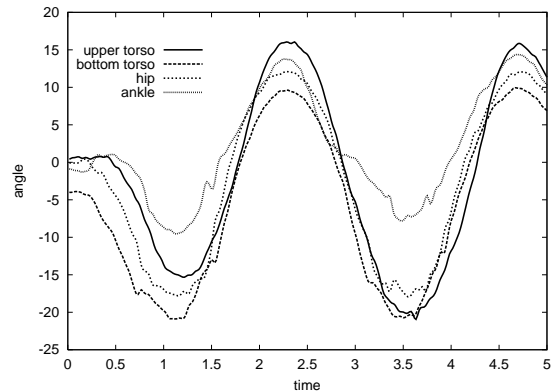


Fig.3 time serieses of rotation angles.

参考文献

- 1) M. P. Kadaba and H. K. Ramakrishnan and M. E. Wootten Measurement of Lower Extremity Kinematics During Level Walking Journal of Orthopaedic Research 8, pp. 383-392 (1990)
- 2) Motion Analysis 社の提供するマーカースットは、35点からなる。前腕には1点しかマーカースットがないなどの省略がなされている。
- 3) G. Rau and C. Disselhorst-Klug and R. Schmidt, Movement biomechanics goes upwards: from the leg to the arm Journal of Biomechanics 33, pp.1207 - 1216 (2000)

¹本研究では Motion Analysis 社の HiRes システム、Eva および KinTrak ソフトウェアを使用した

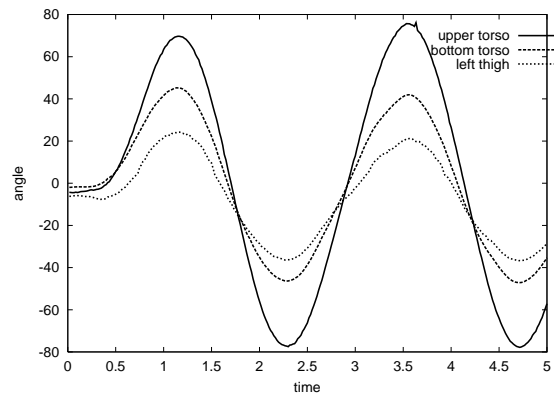


Fig.4 time serieses of absolute angles.