

モーションデータの編集および補間 Editing and Interpolation of Motion Data

木平 大介†
Kihira Daisuke

齊藤 剛†
Tsuyoshi Saitoh

1 はじめに

近年、ゲーム等におけるリアルな動きの実現や人体動作の解析・分析のためにモーションデータ (以下、MC データ) の取得と処理の要求が高まっている。また、それらのデータベース化の要望がされている。

筆者らは、MC データの二次的な利用を可能とするため、モーションの編集、データベース化、特徴抽出とその可視化、および、編集に際し必要となるモーションの補間や補正等の実現方式を検討している。本稿では、これらを行う目的で開発した編集用システムの特徴的な機能であるモーションインデックスとモーションの補間手法について述べる。

2 モーション編集システム

MC データの編集を行うシステムとしてモーションエディタ (図 1) を開発した。本システムへの入力は、両足、両膝、両手、両肘、腰、背中、頭部に装着した計 11 箇所のセンサより得られる 3 次元座標値および角度情報を持った MC データである。これらのデータより新たに両肩関節、両股関節を作成すると共に、体の表面に装着されているセンサデータを各関節部分へ補正移動を行った MC データを扱う。

本システムは、簡易人体表示、タイムライン、モーションインデックス機能を用いて、編集箇所を特定し、カット・コピー・ペースト機能により MC データの編集を行う。

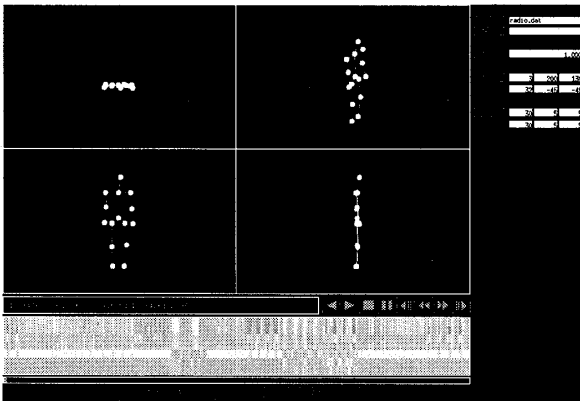


図 1: モーションエディタの画面例

3 モーションインデックス

モーションインデックスとは、モーションデータの特徴量を幅 1 ピクセルのカラーバーで表現し、そのカラーバーを時系列に並べることで、モーションの特徴を可視化する手法である [1]。モーションインデックスを用いることで、長時間のデータを画面上に一度に表示できるので、全体の大まかな流れを把握することが可能である。モーション編集においては、編集対象となる部分を容易に見つけ出せることが重要である。本システムでは、長時間のデータからの編集対象部分選択には、モーションインデックスを使用し、より詳細なデータを表示する際はタイムラインを使用する。

3.1 特徴量及び可視化

モーションインデックスの特徴量として両肩から両手・肘センサへ向かうベクトルが背中センサの yz 平面 (図 2) とのなす角、両股関節から両膝・足へ向かうベクトルが腰センサの yz 平面とのなす角、腰センサの z 軸 (正面方向) と地面とのなす角 (図 3) とする。これら特徴量が、正の場合を赤、0 の場合を黄、負の場合を緑、それらの間を赤から黄、黄から緑のグラデーション (図 5) で表現する。図 4 は、ラジオ体操の MC データ全体 (図 4) をモーションインデックスで表現したものである。上から右手、左手、右肘、左肘、腰、右膝、左膝、右足、左足の特徴量を示している。

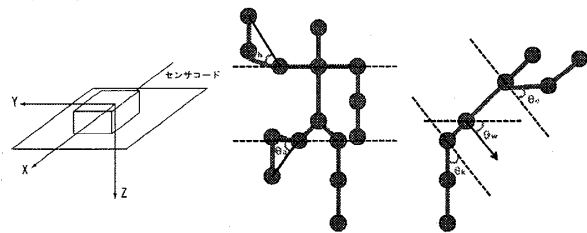


図 2: センサ座標軸

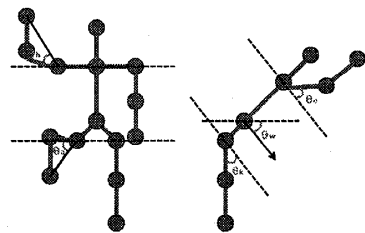


図 3: 特徴量



図 4: モーションインデックスの例

3.2 微分処理及び可視化

モーションインデックスに対して微分処理を行うことにより速度や加速度を取得できる。微分処理は、R、G の

† 東京電機大学 Tokyo Denki University

前後差 (dr, dg) を求め、それらの差 (式 1) を求める。更に最大値、最小値を用いた嵩上げ (式 2) を行う。得られた微分値が、正の場合を赤、0 の場合を黄、負の場合を緑、それらの間をグラデーション (図 6) で表現する。図 7、図 8 は、それぞれ、ラジオ体操の 1 番目と 2 番目の動作に対して、1 回微分、2 回微分処理を行い、速度及び加速度を表現するモーションインデックスである。

$$D = dr - dg \quad (510 \geq D \geq -510) \quad (1)$$

$$D = \frac{510}{D_{max}} \quad (D \geq 0)$$

$$= \frac{510}{D_{min}} \quad (D < 0) \quad (2)$$

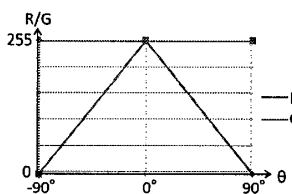


図 5: θ -RG 対応

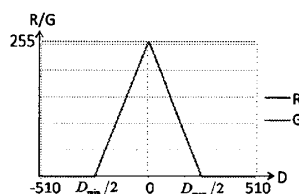


図 6: D-RG 対応

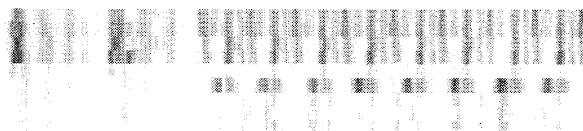


図 7: 1 回微分インデックスの例

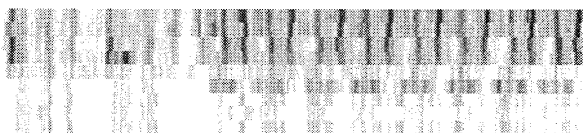


図 8: 2 回微分インデックスの例

4 モーション補間

4.1 補間手法

3 次元座標値は、Bézier 曲線 (式 3) を用いて曲線補間を行い、腰を基準として、各部位の長さを一定に保つ処理を行う。Bézier 曲線の制御点 $\mathbf{p}_0, \mathbf{p}_3$ は、それぞれ、補間開始フレームと補間終了フレームの座標値である。制御点 \mathbf{p}_1 は、 \mathbf{p}_0 の 1 フレーム前の座標値を \mathbf{p}'_0 とすると \mathbf{p}_0 に $\alpha \times (\mathbf{p}_0 - \mathbf{p}'_0)$ を足した座標値、制御点 \mathbf{p}_2 は、 \mathbf{p}_3 の 1 フレーム後の座標値を \mathbf{p}'_3 とすると \mathbf{p}_3 に $\alpha \times (\mathbf{p}_3 - \mathbf{p}'_3)$ を足した座標値である。パラメータ α は任意に設定可能であり、値を増やすことにより、補間結果に対しての前後フレームの影響を大きくすることができる。角度情報は、クォータニオンの球面線形補間 (式 4)[2] を用いて補間を行う。これにより角度情報は最短距離で補間されるが、補間した座標値との整合性が取れていない。そのた

め角度情報から得られる各センサの軸ベクトルと対応する各センサ間を結ぶベクトルが一致するように角度情報の補正 (例、手首センサ x 軸と肘から手首へ向かうベクトル) を行う事により補間した座標値との整合性を確保する。最後に人間として不可能な動作が生成されるのを防ぐため、各関節の可動範囲による制約を行う。関節可動範囲から外れた場合、最も近い可動範囲内に任意軸回転により移動を行う。以上の処理により、前後各 2 フレームの MC データから、前後動作を考慮した補間を行うことが可能となる。

$$\mathbf{b}(t) = (1-t)^3 \mathbf{p}_0 + 3(1-t)^2 t \mathbf{p}_1 + 3(1-t)t^2 \mathbf{p}_2 + t^3 \mathbf{p}_3 \quad (3)$$

$$s(t) = \frac{\sin(1-t)\theta}{\sin\theta} q_0 + \frac{\sin t\theta}{\sin\theta} q_1 \quad (4)$$

4.2 補間例

ラジオ体操の 2 番目の動作の一部、腕を交差した状態から下を回って横に開くまでの動作を本補間処理によって再現可能であるか検証を行った。図 9 は、それぞれ、 $\alpha = 5, 10$ に設定した際に $t=0, 0.25, 0.5, 0.75, 1$ で補間された MC データを表示したものである。これより、本補間処理によりオリジナル動作に近い動作を生成している事が分かる。

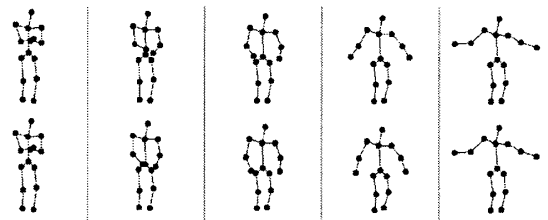


図 9: 補間結果の比較 2(上: $\alpha=5$, 下: $\alpha=10$)

5 おわりに

本稿では、モーションを編集する目的で開発したシステムの特徴的な機能であるモーションインデックス、そして、モーションの補間手法について述べた。

今後は、編集機能の充実、モーションインデックスを用いた特徴フレーム抽出手法、Bézier 曲線による補間パラメータ α の設定手法等の検討を進める。

参考文献

- [1] Yuko Tashiro and Tsuyoshi Saitoh. "A Study on Motion Visualization System Using Motion Capture Data", ICAT 2007 pp.314-315
- [2] A.Watt and M.Watt. "Advanced Animation and Rendering Techniques", Addison-Wesley, Wokingham, England, 1993