

# モーションデータの特徴抽出とその可視化

## Feature Extraction of Motion Data and its Visualization

平尾 義之<sup>†</sup>  
Hirao Yoshiyuki

齊藤 剛<sup>†</sup>  
Tsuyoshi Saitoh

### 1 はじめに

日本舞踊等の伝統芸能やスポーツ、ダンスの技能習得には、指導者の動作を真似たり口答での指示に従うしかない。実際の動作評価は指導者の主観と本人の感覚となり、本人が客観的に判断することは難しい。そこで、動作を数値やグラフで表示することで、指導者の動作データとの違いを相対的に認識できるようにする。これにより、効率的なフィードバックも可能となり、技能の習得が容易になると考えられる。

本研究では、モーションキャプチャシステム (以下,MC システム) で取得したモーションデータ (以下,MC データ) から動作特徴の抽出およびそれらの可視化を行い、得られた情報を基に動作の評価システムを開発することを目的とする。本稿では、まず、取得した動作内容を把握する為の可視化手法として動作方向と対称性の可視化について述べる。次いで、動作特徴を効率的に解析する為に行ったキーフレーム抽出について述べる。

### 2 可視化手法

本節では、動作内容を把握する為の動作方向および対称性の可視化手法について述べる。対象とする動作はラジオ体操とする。

#### 2.1 動作方向の可視化

取得した MC データを基に、動作方向の可視化を行う。MC データを簡易物体 (図 1, 左) として表示することで、動作内容の確認が可能である。簡易物体は関節を単純な線で繋いだものである。しかし、簡易物体だけでは前後左右の動作方向の認識が難しい場合がある。

そこで、この認識を容易にする為、動作毎の両手センサの向き (手先方向) を特徴量として描画する。両手センサの向きは、センサの角度情報を基に求めた単位ベクトルを描画することで確認できる。赤線、緑線は、各々右手と左手の向きを表す。青線は、体の正面方向に対する向きを表している。フレーム毎のベクトルの終点と奥行きを視覚的に認識できる球体面との交点を各々繋ぎ、数点の動作の軌跡を表すことで、動作方向および動作速度の認識が容易となる。

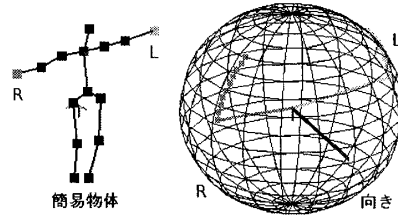


図 1: 両手の向きの描画 (右斜め上方向)

#### 2.2 対称性の可視化

ラジオ体操がほぼ対称的な運動であることに着目し、対称性の可視化を行う。簡易物体の向きはデータ取得時のアクタの向きに依存する為、アクタの向きによっては対称性の確認が困難となる。対称性の確認を容易にする為、まず向きを常に正面方向を向くように補正する (図 2, 左)。腰センサの正面方向ベクトルとワールド座標系 (X 軸) との角度を求め、これを基に簡易物体を XY 平面上で回転させることで向きの補正ができる (図 2, 右)。

この手法で補正した簡易物体のデータを基に、背中から両手へのベクトルを求める。求めたベクトルの YZ 成分を用いて、YZ 平面上に動作と対応した軌跡の描画を行う (図 3)。これにより、太枠 (a) では両手の高さが揃っていない、太枠 (b) では揃っている等の両手の高さのずれが認識可能となり、動作毎の対称性が満たされているか確認することが容易となる。

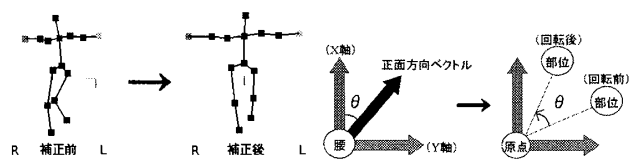


図 2: 向きの補正 (左:補正結果, 右:補正の仕組み)

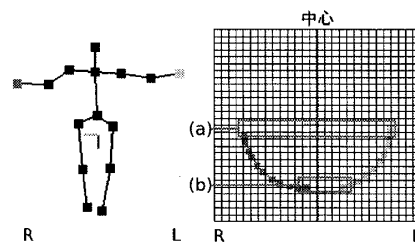


図 3: 平面上での描画 (横への振り上げ)

<sup>†</sup> 東京電機大学 Tokyo Denki University

取得した MC データを基に、動作毎の両手の向きや高さを描画した。これらを簡易物体と対応してすることで動作内容の把握が容易となり、簡易物体のみでは判らなかった動作の細かい変化の認識も可能となった。

### 3 キーフレーム抽出

動作特徴を効率的に解析する為、スケルトンモデルの骨格角度に基づくキーフレーム候補選定手法 [1] を参考とし、キーフレーム抽出を行った。

#### 3.1 キーフレームの定義

取得した MC データ内の静止状態、動作状態をキーフレームとして定義する。静止状態とはある一連動作の区切りに相当し、動作の始まりと終わりでの姿勢とし、動作状態とは静止状態により区切られた区間で最も大きい動作を行った姿勢とする。

#### 3.2 骨格角度によるキーフレーム抽出

取得した MC データから骨格角度を求め、これを基に静止状態と動作状態候補を抽出する。

簡易物体の各関節間のセグメントを各々下向きの骨格ベクトルと定義する。また、背中-腰の骨格ベクトルを中心ベクトルとする。この中心ベクトルと各骨格ベクトルとの角度が骨格角度となる。フレーム毎の骨格角度は、式 (1) で求めることができる。

$$\theta_i^{(k)} = \cos^{-1} \left( \frac{\bar{B}_i^{(parts)} \cdot \bar{B}_i^{(center)}}{|\bar{B}_i^{(parts)}| |\bar{B}_i^{(center)}|} \right) \quad (1)$$

式中の  $i$  はフレーム番号、 $\bar{B}_i^{(parts)}$  は各セグメントの骨格ベクトル、 $\bar{B}_i^{(center)}$  は中心ベクトルを表している。この骨格角度を基にフレーム間毎の速度を求め、求めた速度が以下の条件を満たしたときのフレームを静止状態候補として抽出する。

- 速度が 0 となる。
- 速度が正から負へ、負から正へ変わる。

続いて、骨格角度を基に次は加速度を求め、抽出した静止状態候補間において最大加速度となるときフレームを動作状態候補として抽出する。

#### 3.3 抽出結果

図 4 は静止状態候補の抽出結果である。ラジオ体操は決まった動作であることから、動作内の静止状態に近い姿勢を目測で決め、手動で抽出する。その手動による抽出結果と今回の抽出結果を 5 人分の MC データを用いて比較したところ、おおよそ類似した姿勢が抽出できた。しかし、動作によっては静止状態とはならないフレームが抽出された。これは動作によって実際は動いているが

骨格角度が 0 に近付き、速度が 0 付近になることが原因である。そこで、右手センサのフレーム毎の 3 次元座標値を用いてフレーム間距離を求める。フレーム間距離では、動いていれば距離が 0 に近づくことはないので、速度が 0 になることはない。このフレーム間距離での速度と骨格角度での速度を比較し、制限を設けることで抽出精度を上げることができる。

図 5 は動作状態候補の抽出結果である。静止状態と同様に抽出結果の比較を行ったところ、予測結果と抽出結果が異なっていた。これは等速で動いてしまっている場合等、最大加速度だけで抽出では条件が足りないことが原因である。今後は、動作状態の定義や抽出条件の再検討を行う。

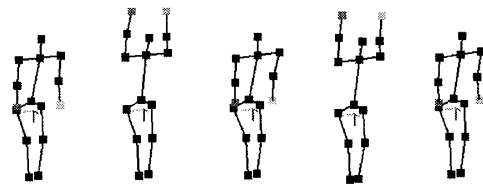


図 4: 静止状態候補の抽出結果 (背伸びの運動)

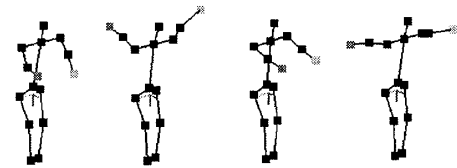


図 5: 動作状態候補の抽出結果 (背伸びの運動)

## 4 おわりに

本稿では、動作の詳細把握の為に両手の向きや高さの特徴量として用いた可視化手法および動作特徴の効率的な解析の為にキーフレーム抽出について述べた。様々な側面からの可視化手法を組み合わせることで動作内容の把握が容易となった。また、骨格角度を用いたキーフレームの抽出により、特徴解析の対象であるフレームの抽出ができたが、誤抽出もあったことで抽出条件の再検討の必要性があった。

今後は、キーフレームの抽出精度を上げると共に抽出したキーフレームを基に動作特徴の抽出、解析を進めていく。

## 参考文献

- [1] Jun Xiao, Yueting Zhuang, Tao Yang, and Fei Wu. "An Efficient Keyframe Extraction from Motion Capture Data". Computer Graphics International Conference (CGI 2006), Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 4035, pp. 494-501, 2006.