

NPR 機能を付加したダンスの動作解析・指導システム

Motion Analysis for Dance Coaching with Non-Photorealistic Depiction

筋野 正太[†] 森谷 友昭[†] 高橋 時市郎[†]
 Shota Sujino[†] Tomoaki Moriya[†] Tokiichiro Takahashi[†]

1. まえがき

近年、モーションキャプチャシステム(MoCap)はスポーツや舞踊などの動作解析に用いられている。飯野ら[1]は、光学式 MoCap システム、Vicon8i により取得されたデータを用いて、Hip-Hop ダンスの動作解析と指導を行うシステムを提案している。Vicon8i は、身体に 72 個のマーカを装着し、M-Cam (120 万画素) 18 台を使用した大がかりな光学式 MoCap システムである(図 1)。光学式 MoCap は高い精度でデータを取得できる反面、次のような弱点がある。

- (1) 広い空間や多くの人員を必要とし、コストが高い。
- (2) リアルタイム処理は困難であるため、Hip-Hop ダンスのように、動作解析をリアルタイムで行った結果を見ながら反復練習するには不向きである。
- (3) 重要な関節の移動量を用いてダンスの動作を解析しているが、ダンサーの体格差に結果が左右される。

また、動作解析結果を踏まえての指導方法にも次のような問題点がある。飯野らは、検出された重要な関節の X, Y, Z 軸成分の累積移動量と、上級者の累積移動量との差を求め、差が最も大きい軸方向に関節を動かすように指導する方法を採っている。文字で指導内容を表示する他、軸に沿って矢印を表示している。この方法では、踊っているユーザが指導内容を読み取るのが困難である。特に、文字による指導は非常に読みにくく、指導内容が伝わらない。

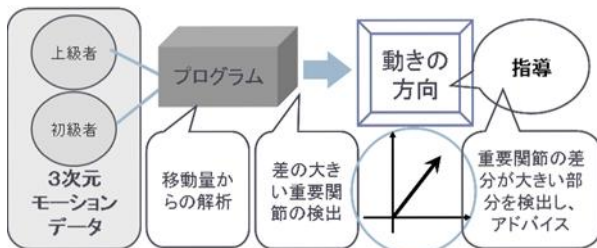


図 1 飯野らのシステム概要図[1]

そこで、我々は Kinect[2]を用いることで、安価かつ容易に、リアルタイムで Hip-Hop ダンスの動作解析と指導を行うことができるシステムを開発している[3]。

上述の問題点(3)を解決するために、本稿では、関節の角度の変化量に着目した解析法を提案する。

また、Hip-Hop ダンスを指導するために、本稿では、NPR 手法による描画機能を付加する。これにより、リアルタイムで、わかりやすい指導が可能となったので報告する。

2. 累積角移動量による重要関節検出法

関節の移動量を用いた重要関節検出法では、ダンサーの身長や腕、脚の長さによって個人差が表れてしまう。そこ

で、関節の角度の変化量(角移動量)を用いてダンサーの体格に依存しない重要関節検出法を提案する。

マイクロソフト社から提供されている Kinect 開発者向けツール Kinect for Windows SDK Version 1.0 では、関節の角度を直接取得するメソッドが用意されていない。そこで、関節の位置座標から各関節の角度を算出する。

角度を求める関節から隣接している関節への方向ベクトルを \vec{v}_1 , \vec{v}_2 とする。変数 k を X/Y/Z 軸のいずれかを表す変数とする。ベクトル \vec{v}_1 , \vec{v}_2 の k 軸成分を除いた 2 次元ベクトルを \vec{v}_1 , \vec{v}_2 とする。このとき、 k 軸周りの関節の角度 θ_k は、次式で求めることができる。

$$\theta_k = \text{atan2}(\vec{v}_1 \times \vec{v}_2, |\vec{v}_1| \cdot |\vec{v}_2|)$$

求めた角度 θ_k を用いてフレーム間で角度の変化量を計算し、関節ごとにその累積値を求め、累積角移動量とする。初級者と上級者の各関節ごと累積角移動量を比較して、その差が閾値を超えたものを重要関節として検出する。

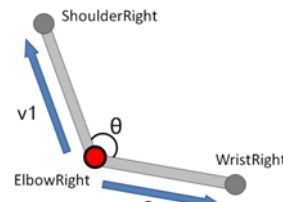


図 2 右肘関節の角度 θ を算出する方法

3. リアルタイム指導システムの構築

本章では、Hip-Hop ダンスをリアルタイムで指導できるシステムの構成について述べる。

基準となる上級者のモーションデータをあらかじめ取得しておく(図 3)。指導を受けるユーザのモーションデータを Kinect によりリアルタイムで取得し、上級者のそれと比較する。ユーザのデータから、各関節の累積角移動量を求め、上級者の同じ関節の累積角移動量と比較し、その差を求める。その値が閾値を超えた関節が指導上重要な関節であるとして検出し、次章で述べる指導を行う。

図 4~6 に示すように、システムの画面左側にユーザのモデルを、右側に上級者のモデルを描画することで、視覚的に動作比較を容易に行うことができる画面構成となっている。なお、Kinect から 3m 離れた場所を座標原点とする。

重要関節が検出された場合、その関節の色を変化させて、ユーザにわかりやすく表示している。具体的には、検出された重要関節の色を、銀から赤に変化させる。その後、検出された関節の累積角移動量の値を初期値に戻す。一定フレーム経過した場合、関節の色を銀に戻す。再び累積角移動量の差が閾値を超える場合は、上述の処理を繰り返す。関節の色が赤くなった時、その関節の動きを指導する。指導の詳細は次章で述べる。

[†] 東京電機大学大学院 未来科学研究科

[†] Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

4. NPR 手法を用いた指導表現

指導が必要な関節を重要関節として検出した後、重要関節をどのように動かせば上達できるかを示す必要がある。しかし、文字だけでユーザに正しく上達方法を伝達することは困難である。例えば、「X 軸方向に大きく動かす」等の大まかな指導しかできない。

そこで、上級者の動きとの差を、ユーザの動きを示す画面内に重畳描画することによって、ユーザの動きと上級者の動きを比較しやすくする。つまり、重要関節が検出されたフレームにおいて、上級者の関節の位置座標を取得する。このフレームの前後 30 フレームで、上級者の重要関節の位置座標を取得する。取得した上級者の重要関節の位置座標を、ユーザの動きを表示する画面(画面)に描画する。関節の位置は、球として描画される。関節の動作軌跡は、円錐で表現する。すなわち、現在のフレームでの関節の位置座標を底面とし、動作方向に円錐の頂点に向けてるように、円錐を配置する。この動作軌跡は、重要関節の色が銀色に戻るまで表示される。この表現方法により、ユーザは直感的に上級者と自分の動作を比較することができる。同時に、どのように改善すべきかも理解することができるので、ダンスの指導を行うことができる。

5. 評価結果

3 章から 5 章で提案した各手法の有効性を検証する。検証には、提案手法を適用する前(従来システム)と、提案手法を適用した後のシステム(提案システム)とを比較する。

従来システムの処理手順は以下ようになっていた。

- (1) 上級者のモーションデータを取得する(図 3)。
- (2) ユーザのモーションデータを取得する(図 3)。
- (3) 両者のモーションデータに基づき、両者の骨格モデルをオフラインで動作させ、再現する(図 4)。
- (4) 動作終了時の累積移動量から、重要関節とその改善すべき軸方向を文字で表示する。

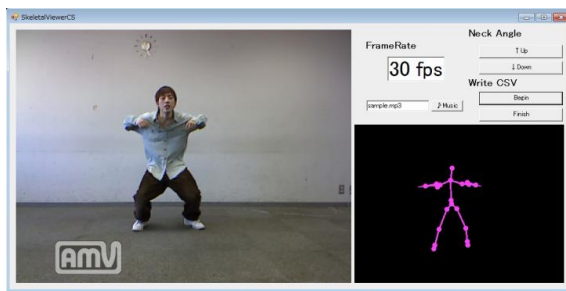


図 3 ユーザの動作のキャプチャ画面

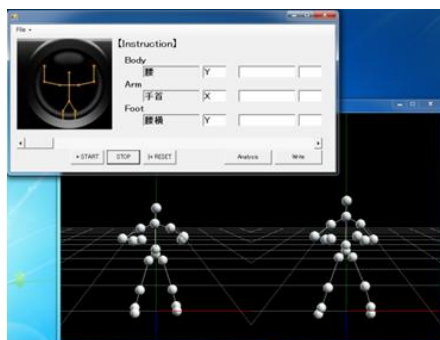


図 4 従来システムの実行画面

一方、提案システムの処理手順は以下の通りである。

- ① 上級者のモーションデータを取得する。
- ② リアルタイムに Kinect からモーションを取得し、上級者のモーションデータと同期して描画する。
- ③ フレーム毎に重要関節検出処理を行う。重要関節が検出された場合、4 章で述べた上級者の軌跡を重畳表示して、指導する。

提案システムの実行画面を図 5、図 6 に示す。

提案システムは、実際に動作を行いながら、リアルタイムでダンスの上手い下手を評価することができる。また、NPR 手法を用いた指導表現とすることで、これまでわかりにくいとされた動作方向を含む、改善指示が理解しやすくなり、効果が上がったと言える。

6. むすび

ダンスの動作解析・指導システムを改良した。Kinect から取得するモーションデータを直接処理することにより、リアルタイム性を向上した。また、NPR による指導表現により、直感的な指導が可能となった。特に、動作軌跡をユーザの動作軌跡を描画する画面に重畳表示することで、これまでの文字のみでの表現ではできなかった具体的な指示を表現可能となった。今後は、上達度を計量し、システムの評価を行っていく。

参考文献

- [1] 飯野友里恵, 高橋時市郎, "ストリートダンス動作の分析とダンス指導への応用", 映像情報メディア学会技術報告, Vol.35, No.14, pp.49-52 (2011-03)
- [2] マイクロソフト, "Kinect", <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>
- [3] 筋野正太, 高橋時市郎, 森谷友昭, "Kinectを用いた Hip-Hop ダンスの動作分析・指導システム", 電子情報通信学会大会講演論文集, 講演番号 D-11-76, p.76 (2012-03)

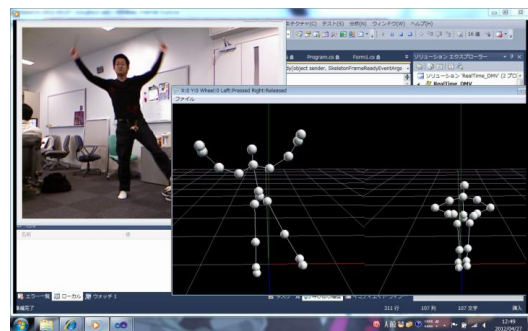


図 5 提案システムの実行画面 1

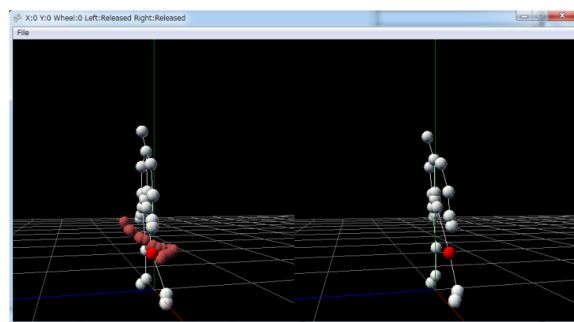


図 6 提案システムの実行画面 2