

意味的变化を考慮した可視化のためのキーフレーム選択

貝原亮太[†]安田浩志[‡]齋藤豪[‡]中嶋正之[§][†] 東京工業大学 情報工学科[‡] 東京工業大学 大学院 情報理工学研究科[§] 国立情報学研究所

1 はじめに

近年、モーションキャプチャシステムの利用拡大に伴い、膨大な動作データを管理する必要性が高まっている。そこで、動作内容を要約し可視化する手法が提案され、動作データの管理に利用されている。中でも、動作データから特徴的なフレーム（以下、キーフレーム）を選択し、表示する手法が広く用いられている。

Assa らの手法 [1] では、関節角および関節位置の時系列変化を基にして、動作をキーフレーム列に要約している。また、志牟田らの手法 [2] では人間のシルエット画像より得られる画像特徴量の時間変化を基にして、キーフレームを選択し要約を行っている。これらの手法では、各特徴量の極値となるフレームをキーフレームとして選択しており、本稿での提案手法も極値による選択手法を採用する。

一方、動作検索において動作を体の部位間の位置関係変化列として符号化する手法 [3]、および、ロボティクスにおいて動作を操作対象物の状態変化列として符号化する手法 [4] が提案されており、本稿ではそれらの概念を新たにキーフレーム選択法に導入する。

2 特徴量の決定

Müller らの手法 [3] では、動作の符号化を行う際に、体の部位間の位置関係に基づく複数の 2 値関数を定義して、これらの関数の値の変化によって動作を意味の変化として符号化している。ここでの動作の意味とは、手を広げた、両足がそろった等の体の主要な部位間の関係の変化、および、足の接地状況等の体と環境の関係の変化を指す。

本稿では、Müller らの関数を参考に、以下に挙げる関数を特徴量として定義する。各関数の括弧内の記述は、特徴量としての直感的な意味である。

また、以下に記述する各部位名はカーネギーメロン大学のモーションキャプチャデータベース [5] の動作データに順ずる。これらの各部位名は本来ボーン名として定義されたものであるが、ここではボーンの 2 つの端点の内 root から離れた点という意味で用いている

1. lhand(左手) と rhand(右手) の距離

Logical KeyframeExtraction for Motion Data Visualization
Ryota Kaihara[†], Hiroshi Yasuda[‡], Suguru Saito[‡], Masayuki Nakajima^{‡§}

[†]Department of Computer Science, Tokyo Institute of Technology

[‡]Graduate School of Information Science & Engineering, Tokyo Institute of Technology

[§]National Institute of Informatics

2. head(頭) と lhand の距離

3. head と rhand の距離

4. lhand と ltoes(左つま先) の距離

5. lhand と rtoes(右つま先) の距離

6. rhand と ltoes の距離

7. rhand と rtoes の距離

8. root、lclavicle、relavicle の 3 点を作る平面と lhand の距離 (左手と体の前後関係)

9. root、lclavicle、relavicle の 3 点を作る平面と rhand の距離 (右手と体の前後関係)

10. thorax のボーンを法線とし、その端点を通る平面と lhand の距離 (左手の上げ下げ)

11. thorax のボーンを法線とし、その端点を通る平面と rhand の距離 (右手の上げ下げ)

12. root、rhipjoint、rfoot の 3 点を作る平面と ltoes の距離 (左つま先の右足に対する前後関係)

13. root、lhipjoint、lfoot の 3 点を作る平面と rtoes の距離 (右つま先の左足に対する前後関係)

ここまでに定義した関数は、全て関節同士の位置関係を基にしている。一方、跳躍、側転等の動作では、離陸や着陸、手を地面に着く瞬間も重要な意味を持つ。しかし、上記の関数群では地面と関節との位置関係は考慮されていない。よって、これらの意味を基にした関数として、以下の定義を追加する。

1. lhand の地面からの距離

2. rhand の地面からの距離

3. lfoot の地面からの距離

4. rfoot の地面からの距離

上記 17 個の各関数はそれぞれが 1 次元の結果を返す。次節で行うキーフレームの選択では全関数の値をまとめて 17 次元のデータとし、これを特徴量として用いる。

3 キーフレームの選択

上記で定めた特徴量を用いて、キーフレームを選択する。ここでは、Assa らの手法 [1] を使用した。

ある動作のフレーム p における特徴量を $C(p)$ とすると、近傍 δ フレームで $C(p)$ を平均化した曲線 $\bar{C}(p)$ は式 (1) で表される。

$$\bar{C}(p) = \frac{\sum_{i \in \delta} C(i) e^{\frac{\|p-i\|^2}{\delta^2}}}{\sum_{i \in \delta} e^{\frac{\|p-i\|^2}{\delta^2}}} \quad (1)$$

この後、以下の手順 1 から 3 を繰り返しながらキーフレームを選択していき、選択数が規定値に達したら処理を終了する。

1. 距離 $d = \|C(p) - \bar{C}(p)\|$ を求める。
2. d が最大となるフレーム p_i をキーフレームとして選択する。
3. 選択したフレーム p_i の近傍で距離 d が小さくなるように式 (2) を用いて $\bar{C}(p)$ を更新する。ただし $\alpha = e^{-\frac{\|p-p_i\|^2}{\gamma^2}}$ 、 γ は定数とする。

$$\bar{C}(p) = \alpha C(p) + (1 - \alpha) \bar{C}(p) \quad (2)$$

4 結果

今回の実験ではカーネギーメロン大学のモーションキャプチャデータベースのデータの内、歩行、跳躍、側転の 3 動作を用いてキーフレームの選択を行った。図 1 から図 3 はそれぞれの選択結果を等間隔に表示したものである。各ファイル名は使用した動作データである。比較対象として、選択されるフレーム数がほぼ同数となるよう動作を等フレーム間隔で区切った場合に得られるフレームを示している。

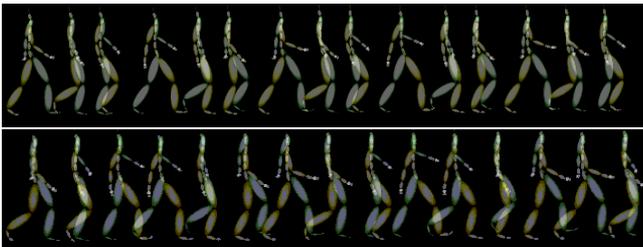


図 1 歩行動作 (02.01.amc)、(上) 提案手法の選択結果 (下) 等間隔の選択結果

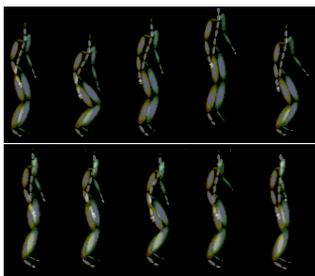


図 2 跳躍動作 (16.01.amc)、(上) 提案手法の選択結果 (下) 等間隔の選択結果

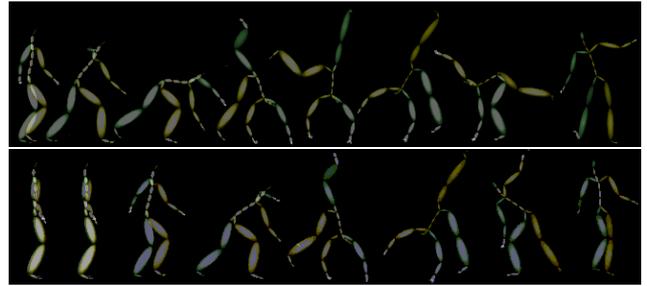


図 3 側転動作 (49.06.amc)、(上) 提案手法の選択結果 (下) 等間隔の選択結果

歩行動作について、提案手法では、体に対し手足の前後関係の変化するフレーム、および前に出した足が接地するフレームが選択できている。

跳躍動作について、提案手法では、空中で最高点に達するフレーム、離陸時のフレーム、跳躍の前後で最も腰が下がっているフレーム、動作に入るために腰を落とし始めるフレームをそれぞれ選択できている。一方で、等間隔に選択した場合では人が空中にいる間のフレームを全く選択できていない。

側転動作について、提案手法では、動作を開始した直後のフレーム、手足が地面に着く、もしくは離れる瞬間のフレーム、回転の勢いのある中間のフレーム等が選択できている。

5 おわりに

動作の意味を基にした特徴量を用いることにより、意味を持ったフレームを選択することが出来た。

動作の可視化を行うためにはキーフレームの選択後、カメラの視点や表示間隔を自動的に決定する必要がある。それらは今後の課題とする。

参考文献

- [1] Assa, J., Caspi, Y. and Cohen-Or, D., " Action Synopsis: Pose Selection and Illustration ", ACM Trans. Graph., 2005, 24, 667-676.
- [2] Shimuta, N., Kuriyama, S., " Summarization of Character Animation Using Image Features ", IPSJ SIG Technical Report, 2006, 37-41.
- [3] Müller, M., Röder, T., Clausen, M., " Efficient content-based retrieval of motion capture data ", ACM Trans. Graph., 2005, 24, 677-685.
- [4] Morita, T., Takamatsu, J., Ogawara, K., Kimura, H., Ikeuchi, K., " Knot Planning from Observation, " Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automations (ICRA), Sep. 2003, 3887-3892.
- [5] Carnegie Mellon University, " CMU Graphics Lab Motion Capture Database ", <http://mocap.cs.cmu.edu/>, Date of access: Jan 11, 2007.