

3DP 形フーリエ記述子を用いた感情を伴う動作の生成

東 路子[†] 竹林 佑介[†] 西尾 孝治[‡] 小堀 研一[‡]

[†]大阪工業大学 大学院 情報科学研究科

[‡]大阪工業大学 情報科学部 情報メディア学科

1. はじめに

近年、既存の動作データを用いて新たな動作を生成する手法が数多く提案されている。例えば Unuma らは、動作データを周波数解析し、関数化した動作に対して特徴量成分を足し合わせることで、感情や身体の状態を反映した動作を生成する手法^[1]を提案している。しかしこの手法では、扱える動作が周期動作に限定されるという問題点がある。

そこで本研究では、周期動作だけでなく様々な動作を対象として、既存の動作データから感情や身体の状態を反映した動作を生成する手法を提案する。

2. 感情を伴う動作の生成

本研究では、“歩く”のように感情を含まない動作を基本動作，“元気よく歩く”，“疲れて歩く”のように基本動作に感情が伴った動作を感情動作とする。また、ユーザが感情を付加したい動作を生成対象動作、生成対象動作に対して感情を付加した動作を生成動作とする。ただし、これらの動作データの骨格は等しいものとする。

基本動作と感情動作を比較すると、動作の種類が同じでも動作中の姿勢や運動の大きさが感情によって微妙に変化する。動作中のこのような違いは、各関節の動きの局所的变化と考えることができる。そこで提案手法では、動作中の関節の動きを関節の軌道で表し、基本動作と感情動作における関節の軌道の局所的な相違を感情成分として抽出する。そして、生成対象動作の関節の軌道に対して感情成分を付加することで、感情を伴った新たな動作を生成する。

2.1 手法の概要

図 1 に手法の概要を示し、以下で処理の手順について説明する。

- ① 基本動作と感情動作から、動作中の関節の軌道を算出する。
- ② ①で算出した関節の軌道を用いて感情成分を抽出する。
- ③ 生成対象動作から関節の軌道を算出する。算出した関節の軌道に対して、②で抽出した感情成分を付加することで、生成動作における関節の軌道を求める。
- ④ ③で求めた生成動作における関節の軌道を用いて各フレームの姿勢を構築する。構築した各フレームの姿勢をもとに動作の速度を調節し、感情を伴った動作を生成する。

提案手法では、①～④の処理を、ルート関節を除く全ての関節に対して行う。

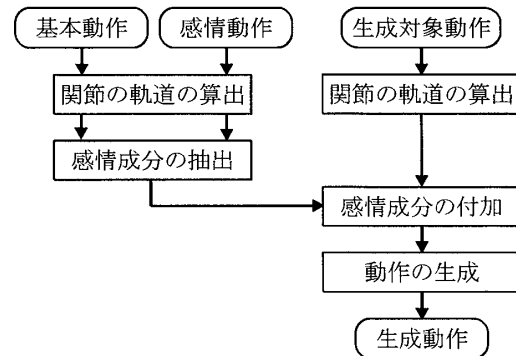


図1 手法の概要

2.2 感情成分の抽出

提案手法では、基本動作と感情動作の関節の軌道における 3 次元空間上の位置の差異、全長の差異、詳細形状の差異を感情成分として抽出する。これら関節の動きの差異として考えると、動作地点の差異、動作の大きさの差異、動作中における細部の動きの差異に対応していると考えられる。関節 i に着目したとき、具体的に用いる感情成分は以下の通りである。

<感情成分①>

基本動作の関節の軌道から感情動作の関節の軌道の位置への移動量 R_{BE}

<感情成分②>

基本動作と感情動作の関節の軌道の全長比 L'

<感情成分③>

基本動作と感情動作の関節の軌道の 3DP 形フーリエ記述子^[2]より設計されるフィルタ関数 $H'(k)$

ここで、感情成分③のフィルタ関数について説明する。2 次元の開曲線を周波数領域で記述する方法として P 形フーリエ記述子がある。P 形フーリエ記述子とは、曲線の全曲率関数を指数関数の指数部にもつ複素数値関数をフーリエ変換して得られる記述子である。これを 3 次元曲線に対して適用できるよう拡張したのが 3DP 形フーリエ記述子である。一般にフーリエ記述子の低周波成分は曲線形状の概形を、高周波成分は曲線形状の細部を表している。そのため、低周波成分のみから曲線の概形形状を復元することが可能である。そこで提案手法では、概形形状の復元に必要な帯域の成分はオリジナルのまま保存し、それ以外の帯域の成分を詳細形状の差異に対応して増減させるフィルタ関数を設計する。関節 i における

Emotion-based Character Animation Using 3DP-type Fourier description

Michiko Higashi[†], Yusuke Takebayashi[†], Koji Nishio[‡] and Ken-ichi Kobori[‡]

[†]Graduate school of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

[‡]Department of Media Science, Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

基本動作と感情動作の 3DP 形フーリエ記述子のパワースペクトルを $|F_b^i(k)|^2$, $|F_e^i(k)|^2$, 曲線の構成点数を n , 復元に必要な帯域を s とすると, フィルタ関数 $H^i(k)$ は式(1)で定義される.

$$H^i(k) = 1 \quad (0 \leq k \leq s, n-s \leq k \leq n-1)$$

$$H^i(k) = \frac{|F_e^i(k)|^2}{|F_b^i(k)|^2} \quad (s+1 \leq k \leq n/2, n/2+1 \leq k \leq n-s-1) \quad (1)$$

2.3 感情成分の付加

提案手法では, 生成対象動作の関節の軌道に対して感情成分を付加することで, 生成動作の関節の軌道を求める. 以下に, 関節 i の軌道における j 番目の構成点に着目したときの処理について説明する.

まず, 生成対象動作の関節の軌道に対して感情成分①である移動量を適用する. 生成対象動作の関節の軌道の構成点を p_i^j とすると, 式(2)で移動後の点 $p_i^{j'}$ を求める.

$$p_i^{j'} = p_i^j \mathbf{R}_{BE}^i \quad (2)$$

次に, 感情成分①を適用した関節の軌道の 3DP 形フーリエ記述子を算出し, 感情成分③であるフィルタ関数を適用する. 算出したフーリエ記述子を $C_i^j(k)$ とすると, フィルタ処理後のフーリエ記述子 $C_{iy}^j(k)$ を式(3)より求める.

$$C_{iy}^j(k) = C_i^j(k) H^i(k) \quad (3)$$

そして, フィルタ処理後のフーリエ記述子に対してフーリエ逆変換を行い, 変形後の関節の軌道の全曲率関数を求める. 最後に, 求めた全曲率関数から変形後の関節の軌道における構成点の座標を算出する. このとき感情成分②である全長比 l' を適用して座標を算出する.

以上の処理により, 感情成分①~③が適用された生成動作の関節の軌道を求める.

2.4 動作の生成

提案手法では, まず生成動作における関節の軌道の構成点をもとに各フレームの姿勢を構築する. 次に動作の速度を調節する. 人間が感情を伴った動作を行う場合, 動作の速度にも感情が反映される. そこで提案手法では, 動作の速度に感情を反映させるために, 生成動作の速度を調節する.

まず, 基本動作の総フレーム数 n_b , 感情動作の総フレーム数 n_e , 生成対象動作の総フレーム数 n_i を用いて, 生成動作の総フレーム数 n_o を式(4)で求める.

$$n_o = \frac{n_e}{n_b} n_i \quad (4)$$

そして, 生成動作のフレーム数が n_o となるように構成点より構築した姿勢を用いて補間姿勢を構築することで, 動作の速度を調節する. 以上の処理により, 動作の速度にも感情が反映された動作を生成する.

3. 実験と考察

提案手法の有効性を検証するために実験を行った. 実験では, 図 2(a)に示す“歩く”という基本動作と同図(b)に示す“疲れて歩く”という感情動作より, 感情成分として“疲れている”を抽出した. そして, 同図(c)に示す“走る”と同図(d)に示す“座る”を生成対象動作として, “疲れて走る” “疲れた状態で座る”を生成した. 結果の生成動作を図 3 に示す.

図 2 より, “疲れている”の感情の感情を示す代表的な成分は“前傾姿勢になる”, “腕の振れ幅や歩幅が小さくなる”であると考えられる. 図 3 より, 生成動作はこれらの成分が反映されていることから, 感情を伴った新しい動作が生成できていることがわかる.

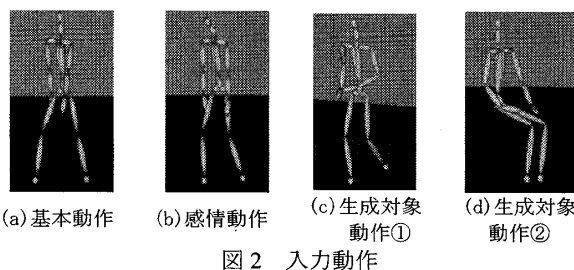


図 2 入力動作

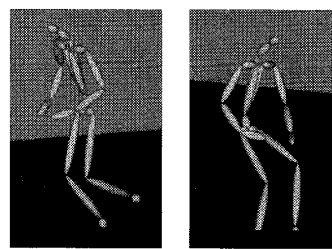


図 3 生成動作

4. おわりに

本研究では, 周期動作だけでなく様々な動作を対象として感情を伴った動作を生成する手法を提案した. 提案手法では, 動作中の関節の動きを関節の軌道で表し, 基本動作と感情動作における関節の軌道の局所的な差異を感情成分として抽出した. そして抽出した感情成分を生成対象動作に付加することにより感情を含む動作を生成した. 実験の結果, 様々な動作に対して感情を含む新しい動作が生成できることを確認した.

参考文献

- [1] Munetoshi Unuma, Ken Anjyo, Ryozo Takeuchi, “Fourier Principles for Emotion-Based Human Figure Animation”, Proceeding of ACM SIGGRAPH1995, pp.105-108(1995)
- [2] 東 恒人, “3次元線図形のフーリエ記述法と立体視像”, 電子情報通信学会誌 D-II vol.J77 No.7, pp.1198-1208(1994)