

感情を付加した動作の生成

Generation of Emotion-based Character Animation from Motion Capture Data

東 路子†
Michiko Higashi竹林 佑介†
Yusuke Takebayashi西尾 孝治†
Koji Nishio小堀 研一†
Ken-ichi Kobori

1. はじめに

近年、複数のモーションキャプチャデータを組み合わせることによって、新しい動作を生成する手法が提案されている^[1]。しかし、人間の動作には様々な表現方法があるため、単純な動作の組み合わせだけでは全ての動作を表現することができない。そのような動作に、感情や身体の状態を反映した動作がある。そこで既存のモーションキャプチャデータをフーリエ変換することにより感情を含む動作を生成する手法^[2]が提案されている。しかしこの手法では、生成できる動作が周期動作に限定されるという問題がある。

そこで本研究では、生成する動作を限定せずに、感情を含む動作を生成する手法を提案する。提案手法では、感情を含む動作から含まない動作を取り除いた感情成分のみを抽出する。そして様々な動作に感情成分を付加することで感情を付加した新しい動作を生成する。

2. 感情を付加した動作の生成

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。

人間が感情を含む動作を行う場合、感情によって動作中の姿勢や運動の大きさが変化する。例えば，“疲れて歩く”という動作では、通常の歩行動作と比べて前傾姿勢になり、歩幅や腕の振れ幅が小さくなる。動作中のこのような変化は、動作の局所的な変化と考えられる。しかし，“疲れて歩く”という動作でも歩行動作に変わらないため、大局的な動作としては変化しない。このことから、基本動作と感情動作の違いは、各関節の動きの局所的変化と考えることができる。言い換えれば、基本動作と感情動作における各関節の動きは大局的には類似していると考えられる。そこで提案手法では、基本動作と感情動作の関節の動きを比較し、その動きの差から感情を表す部分を求め、それを感情成分として抽出する。そして、生成対象動作に感情成分を付加することで感情を含む動作を生成する。

2.1 手法の概要

図1に提案手法の概要を示し、以下に説明する。

- ① 基本動作と感情動作からそれぞれの動作の特徴を抽出する。ここで抽出する動作の特徴とは、動作中の姿勢の変化量である。
- ② ①で抽出した各動作の特徴を利用して感情成分を抽

出する。

- ③ 生成対象動作から動作の特徴を抽出する。そして抽出した動作の特徴に対して、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動作の特徴を求める。
- ④ ③で求めた生成動作における動作の特徴を用いてフレーム毎の姿勢を構築する。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、感情を含む動作を生成する。

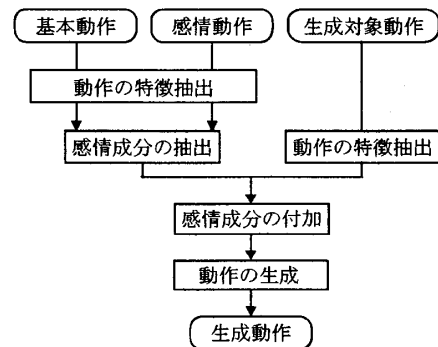


図1 提案手法の概要

2.2 動作の特徴の抽出

人間は、全ての関節を連動させることで様々な動きを表現している。しかし、各関節の動きに着目すると関節の運動は回転運動のみに限定できる。そこで提案手法では、動作の特徴としてフレーム間における関節の回転運動の変化量を抽出する。

提案手法では、親関節と子関節を結ぶベクトルを関節ベクトルとし、その関節ベクトルを用いて関節の回転運動を表現する。関節ベクトル \mathbf{v}^j とすると、関節 i の j フレーム目における動作の特徴を表す回転量 θ^j と回転軸 \mathbf{r}^j を式(1)、(2)で求める。

$$\theta^j = \cos^{-1} \left(\frac{\mathbf{v}^j \cdot \mathbf{v}^{i(j+1)}}{\|\mathbf{v}^j\| \|\mathbf{v}^{i(j+1)}\|} \right) \quad (1)$$

$$\mathbf{r}^j = \mathbf{v}^j \times \mathbf{v}^{i(j+1)} \quad (2)$$

また動作の特徴は全関節の全フレーム間に対して求める。そのため、動作の総フレーム数を n とすると、各関節は $n-1$ 個の動作の特徴を保持する。

2.3 感情成分の抽出

提案手法では、基本動作における動作の特徴と感情動作における動作の特徴をもとに感情成分を抽出する。そのため、動作の特徴である回転量と回転軸に対して関節毎に感情成分を抽出する。

まず、関節 i の回転量の感情成分 α^i を式(3)、(4)で求める。

†大阪工業大学, Osaka Institute of Technology

$$\alpha^i = \sqrt{\frac{(\sigma_E^i)^2}{(\sigma_B^i)^2}} \quad (3)$$

$$(\sigma_B^i)^2 = \frac{1}{n_B - 1} \sum_{j=1}^{n_B-1} (\theta_B^i)^2, \quad (\sigma_E^i)^2 = \frac{1}{n_E - 1} \sum_{j=1}^{n_E-1} (\theta_E^i)^2 \quad (4)$$

ここで、 θ_B^i は関節 i の j フレーム目における基本動作の回転量、 θ_E^i は感情動作の回転量、 n_B は基本動作の総フレーム数、 n_E は感情動作の総フレーム数である。

次に、関節 i の回転軸の感情成分を式(5)で求める。同式において β^i は緯度の感情成分、 γ^i は経度の感情成分を示している。

$$\beta^i = \frac{dx_E^i}{dx_B^i}, \quad \gamma^i = \frac{dy_E^i}{dy_B^i} \quad (5)$$

ここで、 dx は回転軸の分布を囲むバウンディングボックスの緯度幅、 dy は経度幅である。

2.4 感情成分の付加

提案手法では、生成対象動作における動作の特徴に対して感情成分を付加することで、生成動作における動作の特徴を求める。

まず、生成動作の関節 i の j フレーム目の回転量 θ_o^i を式(6)で求める。

$$\theta_o^i = \alpha^i \theta_B^i \quad (6)$$

ここで、 θ_o^i は生成対象動作における関節 i の j フレーム目の回転量である。

次に、生成動作の関節 i の j フレーム目の回転軸の緯度成分 ϕ_o^i 、経度成分 ψ_o^i を式(7)、(8)より求める。

$$\phi_o^i = \beta^i (\phi_B^i - cx_j^i) + cx_j^i \quad (7)$$

$$\psi_o^i = \gamma^i (\psi_B^i - cy_j^i) + cy_j^i \quad (8)$$

ここで、同式の ϕ_B^i は生成対象動作における緯度成分、 ψ_B^i は経度成分、 cx_j^i は回転軸分布の中心の緯度値、 cy_j^i は中心の経度値である。そして、求めた緯度と経度から生成動作の回転軸 r_o^i を求める。

これらの処理を行うことで、生成対象動作の総フレーム数を n_i とすると、生成動作は各関節について $n_i - 1$ 個の動作の特徴が得られる。

2.5 動作の生成

提案手法では、生成動作における動作の特徴を用いて、各フレームの姿勢を構築し、動作の速度を調節することで新しい動作を生成する。

まず、基本動作と感情動作の初期姿勢をもとに生成動作の初期姿勢を構築する。そして求めた初期姿勢に対し1フレーム目における動作の特徴を用いて初期姿勢の各関節を回転させることによって、2フレーム目の姿勢を構築する。残りのフレームに対しても同様の処理を行うことで全フレームの姿勢を構築し、新しい動作を生成する。

次に動作の速度を調節する。人間が感情や身体の状態を反映した動作を行う場合、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(9)で求める。

$$n_o = \frac{n_E}{n_B} n_i \quad (9)$$

そして、生成動作のフレーム数が n_o となるように生成した姿勢を用いてフレームを補間することで動作の速度を調節する。以上の処理によって、動作の速度にも感情が反映される。

3. 実験と考察

提案手法の有効性を検証するために、モーションキャプチャデータから感情成分を抽出し、様々な動作に感情成分を付加することで感情を含む動作を生成した。

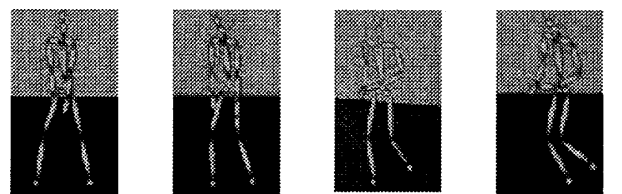
まず実験では、図2(a)に示す“歩く”という基本動作と同図(b)に示す“疲れて歩く”という感情動作より、感情成分として“疲れている”を抽出した。そして、同図(c)に示す“走る”を生成対象動作として“疲れて走る”を生成した。同図(d)に生成動作を示す。

同図より“疲れている”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。生成動作はこれらの成分が反映されていることから、感情を含む新しい動作が生成できていることがわかる。

4. おわりに

本研究では、各関節の回転運動から得られる動作の特徴を用いて基本動作と感情動作の差から感情成分を抽出した。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する手法を提案した。実験の結果、様々な動作に対して任意の感情を付加した動作が生成できることを確認した。

今後の課題として、動作に関係のある物体や地面なども考慮して感情を含む新しい動作を生成することがあげられる。



(a) 基本動作 (b) 感情動作 (c) 生成対象動作 (d) 生成動作
図2 入力動作と出力動作

参考文献

- [1] Rachel Heck, Lucas Kovar, Michael Gleicher, "Splicing Upper-Body Actions with Location", EUROGRA PHICS2006, pp459-466, 2006
- [2] Munetoshi Unuma, Ken Anjyo, Ryoza Takeuchi, "Fourier Principles for Emotion-Based Human Figure Animation", Proceeding of ACM SIGGRAPH 1995, pp.105-108, 1995