舞踊運動モデルにおける自由度と感性評価との関係

○中里 央, 池浦 良淳, 猪岡 光 (東北大学 情報科学研究科)

Subjective Evaluation of Dancing Motion Model with variable Degrees-of-freedom

Hisahi Nakazato, Ryojun Ikeura, Hikaru Inooka (Dept. of Information Sciences, Tohoku Univ.)

1. はじめに

古くからある自動人形は機械的機構のみで実現されているため、一つの動作だけしか実行できなかった。そこで我々は多くの動作を実行できるコンピュータ制御の自動人形を開発している。しかし、その動作計画は人間の感性に基づいているために難しい。動作計画法として、ジョイスティックを用いた方法 [1] や、人間の動作からデータを採取する方法 [2] などが報告されている。だが、前者では教示のためにかなりの熟練が必要であることが報告されており、後者では採取したデータから人形に必要な自由度の動作データを選び出す作業に試行錯誤が見られる。

そこで本研究では、人間の動作からデータを採取する方法を前提として自由度の重要度を決めるパラメータについて検討し、人間による主観評価でその妥当性を確かめる。

2. 舞踊運動モデル

人間の踊りのデータとして計測するものは、頭頂、腰など体幹部で4点、肩、肘など四肢それぞれ4点ずつ16点の合わせて20点の三次元位置である [2]。これをもとに図1に示す全29自由度について角度を計算する。図中の丸印が同じ関節は同じリンクを持つ。各関節角度は解剖学的肢位を原点としている。

3. 自由度の重要度を決定するパラメータ

関節を拘束して自由度を下げる際には、その踊りにとって不都合な自由度を持つ関節から順に拘束していく。この順位付けを各自由度に対して行うためのパラメータとして、平均絶対角速度 (θ_{ave})、角度標準偏差 (S_θ)、重心位置移動量 (f) の三つを用いた。

θ_{ave} は、各サンプル毎の関節角度から変位角速度の絶対値を求め、それを平均したものである。式 (1) にその定義を示す。

$$\theta_{ave} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n |\theta_k - \theta_{k-1}| \quad (1)$$

ここで n はサンプル数であり、 θ_k は k 番目のサンプル

図1 リンクの構成

ルでの関節角度である。

S_θ は、角サンプル毎に計算した関節角度について、その分布の標準偏差を計算したものである。

f は、体を前腕、上腕などの15の部分に分け、拘束前と後でそれらの重心の位置がどれだけ変化したかを計算したものである。その計算式を式 (2) に示す。

$$f = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |o_{ij} - r_{ij}| \quad (2)$$

ここで、 o_{ij} は拘束前の各部分の重心の位置ベクトル、 r_{ij} は拘束後の各部分の重心の位置ベクトル、 m, n はそれぞれ部分の数とデータ数である。この f を各自由度の重要度を測るパラメータとして用いるには、重要度を知りたい関節だけを拘束した踊りのデータを作り、拘束していないデータとの間で f の値を計算する。

自由度を減少させるためには、動いていた関節をある位置に固定することが必要である。ここでは関節を固定する位置として、踊りの始めから終わりまで計算した関節角度の平均値を用いた。

4. 適用例

4.1 動作の相違の客観的評価

適用例として、約10secのバレエの動作から体の20点の三次元位置データをサンプリング周波数10Hzで測定したものを用いた。この動作に対して3種のパラメータにより各自由度に順位付けを行い、順位の低い

図2 客観的な評価の結果

図3 各データの自由度の構成

自由度から順に拘束して合計 87 種類の動作データを作成した。これらの動作について、元の動作との相違を重心位置の変動量 F により客観的に評価した (図 2)。その一部の自由度の構成について図 3 に示す。図中の丸印は各関節の拘束されずに残った自由度数を表す。 θ_{ave} 及び S_θ による順番で拘束したものは体全体の自由度を拘束したときに F の値が急激に変化しているが、 f での分析による順番で拘束したものは最後までなだらかに変化していることがわかる。

4.2 人間による主観評価

前節の評価関数 F の妥当性を示すために人間による主観評価を行った。自由度と F の値それぞれの人間の主観への影響を見るため、図 2 に示す 6 種類の動作を評価の対象とした。実験は、拘束を行わない元の踊りを被験者に見せた後にこれらをランダムに 3 回ずつ見せて、躍動感、面白さ、親近感、美しさ、元の踊りとの類似性の 5 項目について 5 段階評価をしてもらった [3]。類似性の項目については拘束を行わない動作を 5 とし相対的に評価してもらい、その他の項目については被験者個人の基準で評価してもらった。被験者は 20 歳前半の男女それぞれ 19 名と 32 名である。

図 4 に類似性についての評価結果を示す。図中の縦棒は標準偏差である。特に目立つのは、Pattern 2 と Pattern 4 との間の差である。この二つはどちらも自由度数は 17 で等しいが、 F の値が大きく違っている。このことから、 F の値が踊りの類似性と強い関係があるのではないかと考えられる。

その他の項目についての評価結果を図 5 に示す。こ

図4 類似性について的主観評価の結果

図5 主観評価の結果

れより、Pattern 4, 5, 6 は元の動作と折れ線の形が似ているが、Pattern 1, 2, 3 はその形が違っていることが分かる。 F の値について相対的に比較すると前者は F が小さく後者は大きくなっている。このことから、踊りが与える印象なども F の値に関係しており、ある程度を越えると印象が変わってしまうような境界があるものと思われる。

5. 結言

本研究では、少ない自由度を持つ自動人形で人間の踊りをより忠実に再現することを目指として、各自由度の重要度を分析して不要な自由度を削減することを試みた。その結果、分析のパラメータとして重心位置の変動量を用いることが有効であると考え、人間による主観評価によりその有効性について検討した。

参考文献

- [1] R. Ikeura, H. Inooka: "Manual control approach to the teaching of a robot task," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.24, No.8, 1994.
- [2] 藤原 晴夫: 阿波踊りロボットの制御、計測と制御, Vol.31, No.12, pp1264-1270, 1992
- [3] 小川 鑑一, 森 政弘, 平井 明樹夫, 土屋謙一郎, 湯原博光: ものの動きに関する感情分析, 人間工学, Vol.25, No.4, pp243-251, 1989