

## デジタルアクタシステム実現のための感情表出モデルの構築

Construction of Emotional Motion Generation Model for Virtual Actor System

島尻 絵理奈<sup>†</sup> 松井 和教<sup>†</sup> 板野 貴之<sup>†</sup> 村上 真<sup>‡</sup> 誉田 雅彰\* 白井 克彦<sup>†</sup>

Erina Shimajiri Kazunori Matsui Takayuki Itano Makoto Murakami Masaaki Honda Katsuhiko Shirai

## 1. はじめに

本研究の目的は、コンピュータ内のキャラクタ（アクタ）に対してユーザが言語で指示を与えることで動作制御を行うことのできるデジタルアクタシステムを構築することである。本研究では、対象を歩行動作に限定し、主に感情に関する変動を要求する動作指示（感情語）により動作制御を行うことを目的とする。したがって、感情語—動作間の関係を表現する感情表出モデルの構築を行う。

## 2. 感情表出モデルの構築

## 2.1 データ収集

感情表出モデルの構築には、様々な感情語に対応した動作データを収集する必要がある。本研究では、被験者が目的動作を想像し、それに適した感情語を指定し、われわれが過去に実装した歩行動作生成制御システム [1] を用いて想像した通りの動作を生成するという方法で、間接的にデータ収集を行う。このように被験者に自由な動作指示をしてもらうことにより感情の多様性を保証することができる。本研究で行った動作収集の手順を以下に示す。

1. 状況提示：被験者の想像力が高まるよう状況を予め用意し提示する。
2. 動作想像：被験者に 1. で与えられた状況に対して目的動作を想像してもらう。
3. 感情選択：被験者に 2. で想像した目的動作を歩行動作に付加しやすい基本感情である「喜び」「悲しみ」「怒り」「恐怖」のいずれかに当てはめてもらう。
4. 感情語の付加：被験者に 2. で想像した目的動作に対して感情語を付加してもらう。
5. 動作生成（動作指示）：被験者に 2. で想像した目的動作を歩行動作生成制御システムを用いて生成してもらう。

男子大学生 8 名を対象とし、各 60 状況についてデータ収集を行った。この中から明らかに動作生成に失敗していると思われるデータを除き、450 の動作を感情表出モデルの構築に使用する。尚、収集された感情語は 220 種類であった。

## 2.2 モデル構築方法

2.1 で示したデータを元に、多次元動作空間に感情語を表現することができる。各感情語に対応した動作を生成するには、多次元動作空間中の 1 点に対応する動作デー

タを生成すればよい。しかし、適切に動作を制御するためには、各感情語間の関係を明らかにする必要がある。本研究では、動作空間における距離関係に着目し、クラスター分析により各感情語を木構造として表現する。

使用する動作データは、2.1 で述べた 450 動作である。各動作データから離散フーリエ変換によりスペクトルを求め、第 3 高調波までを特徴量として抽出する。また、本研究で使用する人体モデルの内、歩行動作制御に使用する関節動作数は 40 であるため、特徴量は 1 動作につき第 3 高調波までのスペクトル  $4 \times$  関節動作数  $40 = 160$  次元の複素数からなる。

クラスター分析には Ward 法を使用し、距離の近い動作データをつなぎ続け最終的に 2 分木を構成する。また、距離尺度には標準化ユークリッド距離を用いる。

ここで、動作空間における距離関係のみを基準とすると、感情表現にあまり寄与しない関節動作が悪影響を及ぼす可能性があると考え、動作データと共に収集した基本 4 感情を用いて感情表出モデルの構築を行う。具体的には、基本 4 感情をクラスとして各関節動作  $k$  に対して、クラス内分散  $\sigma_{Wk}^2$  とクラス間分散  $\sigma_{Bk}^2$  の分散比  $F_k = \frac{\sigma_{Bk}^2}{\sigma_{Wk}^2}$  を求め、分散比  $F_k$  を重みとした標準化ユークリッド距離によりクラスター分析を行う。これにより、基本 4 感情を表現する場合に重要である関節動作ほどモデルの構築に貢献することとなる。

## 2.3 モデル構築結果

本研究では、計 18 個のクラスターになるように 2 分木を構成した。重みを付加した場合と重みを付加しない場合の結果をそれぞれ図 1、図 2 に示す。

ツリーの高さは各クラスターの非類似度に対応している。図中の数字は、そのクラスター内に存在する動作数である。また、記号はそれぞれ Joy・Sad・Angry・Fear の頭文字であり、基本感情の「喜び」「悲しみ」「怒り」「恐怖」に対応している。各記号は、そのクラスター内において、3分の2以上を占める基本感情を示しており、3分の1以上3分の2未満の場合には括弧書きで示している。

図 1、図 2 より、重みを付加した場合、様々な基本感情を持つクラスターが減少していることがわかる。また、怒りを基本感情として持つクラスターが隣接した位置に存在している。さらに、重みを付加しない場合には基本感情が表記されていないクラスターが存在するが、重みを付加した場合は存在しない。

## 3. デジタルアクタシステムの実装

2. で述べた感情表出モデルを用いて動作を表出するデジタルアクタシステムを実装した。デジタルアクタシステムのインタフェースを図 3 に示す。本システムの

<sup>†</sup>早稲田大学理工学部, Waseda University, School of Science and Engineering

\*早稲田大学スポーツ科学部, Waseda University, School of Sports Science

<sup>‡</sup>東洋大学工学部, Toyo University, School of Engineering

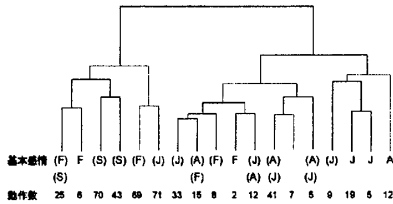


図 1: 重みを付加しない場合のクラスター分析結果

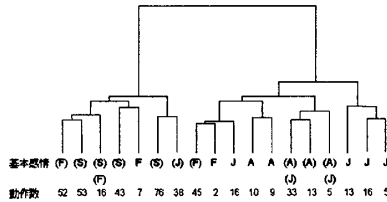


図 2: 重みを付加した場合のクラスター分析結果

感情表出部では、まずユーザから感情語による指示を受け動作生成を行う。次に、生成した動作がユーザの意図する動作と異なる場合には、満足度に応じた指示を受け動作制御を繰り返す。具体的には、感情語による指示が可能なテキストボックスと「全然違う」「ちょっと違う」「惜しい」という指示に対応したボタンを用いたインタフェースとなっている。

まず、ある感情語が入力された場合、感情表出モデルの18のクラスターから感情語に対応する動作を探し提示する。1つのクラスターに複数の対応する動作が含まれていた場合には、その中から無作為に選択された動作を代表動作として提示し、複数のクラスターに対応する動作が存在した場合は最も多く含まれているクラスターから代表動作を提示する。

「全然違う」という指示に対しては18のクラスターに分類したクラスターツリーを元に探索を行い、「ちょっと違う」という指示に対しては72のクラスターに分類したクラスターを元に探索を行う。「惜しい」という指示に対しては最も下の階層に注目し、提示動作と隣接した動作を提示する。

4. 評価実験

本章では、実装システムを用いた感情表出モデルの評価実験について説明する。

4.1 実験方法

まず、被験者に実装システムを使用して、歩行動作を生成してもらい、動作生成方法は2.1で示した方法と同様である。

次に、生成した動作に対し、満足度としての動作再現

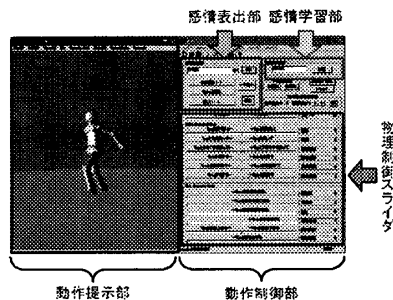


図 3: デジタルアクタシステムのインタフェース

度を5段階評価のアンケート(5=大変満足, 4=満足, 3=どちらとも言えない, 2=不満, 1=大変不満)で回答してもらう。

最後に、感情表出モデルが適切に動作を表出しているかどうかを確認するために比較実験を行う。具体的には、生成した動作と感情表出モデルの各クラスターから選出した代表動作とを順次比較し、どちらが目的動作に近いかを回答してもらう。代表動作は、18に分類されたクラスターの中から2種類ずつ、生成した動作と同じクラスター内にある動作を8種類、計44種類である。これにより、膨大な動作空間を全て探索する必要なく適切な動作が表出されているかどうかを評価することができる。

尚、被験者は7名であり、2.2で述べた重みあり・重みなしのモデルを実装した2種類のシステムを使用し、8動作ずつ歩行動作を生成してもらった。

4.2 実験結果

2種類のシステムにおける目的動作生成時間及び満足度の平均値を表1に示す。ただし、重みを付加しないモデルを使用したシステムをシステムI、重みを付加したモデルを使用したシステムをシステムIIとする。重みを付加したモデルを使用した場合、約25秒で満足度4程度の動作が生成できたことがわかる。また、重みを付加しない場合と比較して、生成時間が約15秒短縮され、満足度も向上していることが確認できる。

生成動作と比較対象動作との比較実験の結果を表2に示す。表中の数値は、目的動作に近いと回答された動作の割合(%)である。提示した比較対象動作中、生成動作よりも目的動作に近いと回答されたものは、重みを付加したモデルを使用した場合で約2.4%であることがわかる。また、重みを付加しない場合と比較して、精度が改善されていることが確認できる。

表 1: 動作生成までの時間と満足度

	システム I	システム II
時間(秒)	39.61	25.23
満足度(5段階)	3.85	4.03

表 2: 比較結果

	システム I [%]	システム II [%]
生成動作	95.99	97.57
比較対象動作	4.01	2.43

5. まとめ

本研究では、言語を用いた指示により、感情動作を生成・制御可能なデジタルアクタシステムの構築を目的とし、感情語の多様性を保証する形で収集した歩行動作データをもとに、感情語相互の関係を木構造として表現した感情表出モデルの構築を行った。

感情表出モデルから目的歩行動作を生成・制御可能なシステムを実装し、感情表出モデルの評価を行った。その結果、基本4感情を考慮した重みを付加したモデルを使用した場合、約25秒で満足度4程度の動作が生成できることを確認した。

参考文献

[1] T. Morino, D. Osafune, T. Itano, K. Shirai, M. Murakami, "Construction of the Walking Motion Model for Animated Characters' Motion", Proc. of EuroIMS A 2005, pp.1-6, Feb. 2005