

抑揚を入力とした キャラクターの動作生成パラメータの最適化手法

藤永 慎悟^{†1} 長谷川 晶一^{†2} 三武 裕玄^{†2}

概要: キャラクターの動作デザインにおいて制作者がはじめから表現意図に適う具体的な動作をイメージできるとは限らない。そこで、同様に表現意図に適う演技を追求する演劇の演技指導に着目した。演出家は演出意図を演技例ではなく声の抑揚を用いて指示する場合がある。本研究では抑揚という、動作を連想させる入力方法を用いて、キャラクターの動作生成パラメータを具体的な動作例の指示を必要とせずに調整できる手法を実現する。具体的には、はじめに制作者の意図する動作の曖昧なイメージを抑揚としてマイクに入力する。次に、その抑揚の時系列データと運動モデルとの差分の2乗和を評価関数として最小化問題を解くことで動作生成パラメータの最適化を行う。これらの手順を繰り返し行うことで、最終的に制作者の意図する動作を行うキャラクターに近づける。

Optimize the Parameter that Generate Character's Motion by Using Intonation

SHINGO FUJINAGA^{†1} SHOICHI HASEGAWA^{†2}
HIRONORI MITAKE^{†2}

Abstract: Designer is not always possible to imagine a definite motion that fits the intended representation from the beginning in the design of character. So, I focused on the acting training of the theater to pursue acting that fits the intended representation. Producer teach the intended representation using intonation. This research is to make the system that can adjust the motion generation parameter of character without definite character motion data. First, enter the ambiguous image of motion intended by the designer using the intonation in microphone. Next, to optimize the motion generation parameters by solving the minimization problem as the evaluation function the sum of squares of the difference between the time series data and the motion model of the intonation. By repeating these steps, to approach the character to perform the intended motion.

1. はじめに

シミュレーション等によるプロシージャルなキャラクター動作生成では表現意図に適う動作を得るために多数の動作生成パラメータの試行錯誤的な調整が必要となる。原野らの先行研究[1]では、具体例となる動作データを用いて最適化を行うことで調整する手法を実現した。しかし、動作デザインにおいて制作者がはじめから表現意図に適う具体的な動作をイメージできるとは限らない。

そこで、同様に表現意図に適う演技を追求する演劇の演技指導に着目した。演出家は演出意図を演技例ではなく声の抑揚を用いて指示する場合もある。本研究では抑揚という、動作を連想させる入力方法を用いて、キャラクターの動作生成パラメータを具体的な動作例の指示を必要とせずに調整できる手法を実現する。具体的には、まず、制作者の意図する動作と思われる抑揚を入力して貰う。次に、その抑揚の時系列データと運動モデルとの差分の2乗和を評価関数として最小化問題を解くことで動作生成パラメータの

最適化を行う。これらの手順を繰り返し行うことで、最終的に制作者の意図する動作を行うキャラクターに近づける。

2. 予備実験

本章では、抑揚と演技動作の関係性を調べるために行った予備実験について述べる。

2.1 実験方法

実験方法のプロセスについては以下の通りである。

- 1) 被験者が抑揚の変化を付けたオノマトペを聞く
- 2) 机に置かれたコップに手を伸ばすという到達運動を、オノマトペに合う演技動作で行って貰う
- 3) その様子をモーションキャプチャで撮影しモーションデータを取る

2.2 実験結果

抑揚の変化の様子とモーションデータを比較した結果の一部を図1に示す。

^{†1} 東京工業大学 総合理工学研究科 知能システム科学専攻
Department of Computational Intelligence and System Science, Tokyo Tech.

^{†2} 東京工業大学 精密工学研究所
Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Tech.

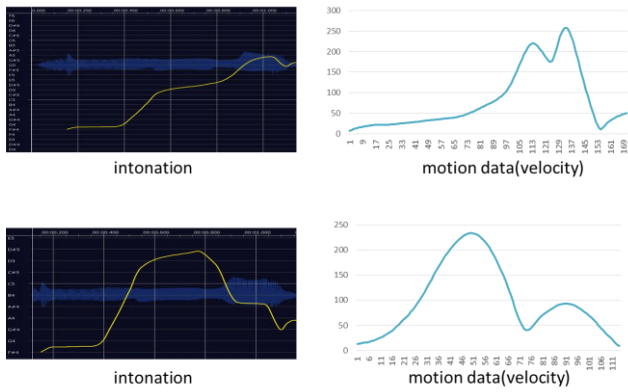


図 1 抑揚とモーションデータの比較

図 1 から、抑揚による演技動作の指示によって、速度分布が抑揚と類似した形に変化することが確認できた。このことから本研究では、抑揚を用いてキャラクタの動作生成パラメータを調整するシステムを実現する。

3. 到達運動

本章では、図 2 のような感覚運動系を持つヒト型モデルのキャラクタの到達運動について述べる。

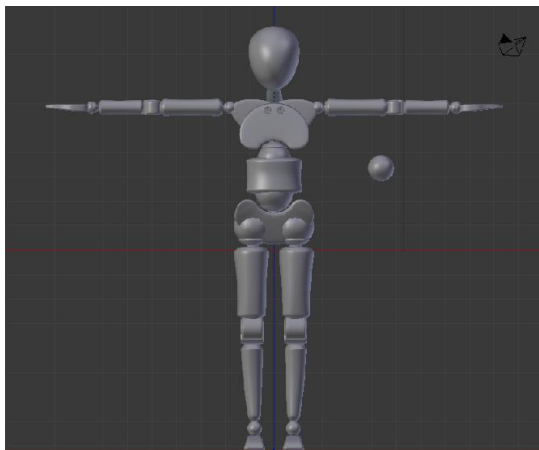


図 2 ヒト型モデルのキャラクタ

3.1 キャラクタの到達運動の実現

キャラクタの到達運動は、視覚と触覚の情報で得られた目標値に対して、以下の図 3 の動作生成モデルによって実現される。

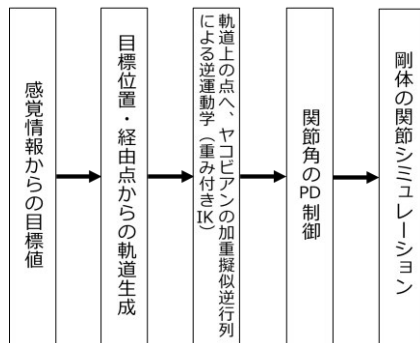


図 3 到達運動のモデル

3.2 到達運動の軌道生成モデル

本研究では、到達運動の軌道生成モデルとして躍度最小モデルに制約条件を加えて変形したモデルを使用している。

躍度最小モデル[1]とは、Flash & Hogan (1985) が提案したヒトの到達運動を再現するモデルである。これを (3-1) 式に示す。

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{a}_0 + \mathbf{a}_1 t + \mathbf{a}_2 t^2 + \mathbf{a}_3 t^3 + \mathbf{a}_4 t^4 + \mathbf{a}_5 t^5 \quad (3-1)$$

これに以下の(3-2)式の制約条件を入れて変形したモデルを次の (3-3) 式に示す。

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_0 &= \mathbf{0} \\ \dot{\mathbf{x}}_0 &= \mathbf{v}_0 \end{aligned} \quad (3-2)$$

$$\int_0^{t_f} \dot{\mathbf{x}}(t) dt = \mathbf{x}_f - \mathbf{x}_0$$

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{v}_0 + 2\mathbf{a}_2 t + 3\mathbf{a}_3 t^2 + 4\mathbf{a}_4 t^3 + 5\mathbf{a}_5 t^4 \quad (3-3)$$

本研究では、(3-3)式のモデルのパラメータを抑揚によって最適化する。

4. 抑揚による動作生成パラメータの最適化

本章では、抑揚を用いた(3-3)式のモデルのパラメータの最適化について述べる。

4.1 入力とする抑揚の時系列データ

図 4 のような波形パターンの違う抑揚の時系列データを 2 つ用意し、それぞれの入力波形について最適化を行った。

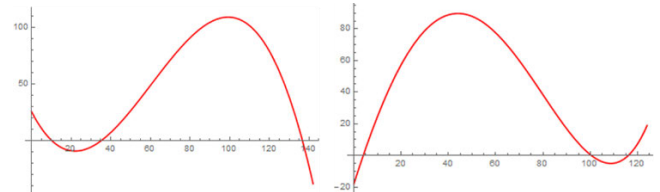


図 4 波形パターンの違う抑揚の時系列データ

4.2 抑揚による最適化

取得した抑揚の時系列データと(3-3)式のモデルとの差分の 2 乗和を評価関数として、それが最小となるようにパラメータを最適化する。それを以下の(4-1)式に示す。(4-2)式は制約条件である。 $\mathbf{P}(t)$ は抑揚の時系列データ、 $\mathbf{V}(t)$ は(4-3)式のモデルによる 3 次元の速度ベクトル、 \mathbf{k} は任意の定数、 t は運動時間である。また、 \mathbf{A} 、 \mathbf{u} 、 \mathbf{b} をそれぞれ(4-3)式と定義する。

$$\min \int_0^{t_f} (\mathbf{kP}(t) - |\mathbf{V}(t)|)^2 dt \quad (4-1)$$

$$\text{s. t.} \quad \mathbf{A}\mathbf{u} = \mathbf{b} \quad (4-2)$$

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} \mathbf{a}_2 & \mathbf{a}_3 & \mathbf{a}_4 & \mathbf{a}_5 \\ \mathbf{b}_2 & \mathbf{b}_3 & \mathbf{b}_4 & \mathbf{b}_5 \\ \mathbf{c}_2 & \mathbf{c}_3 & \mathbf{c}_4 & \mathbf{c}_5 \end{pmatrix}, \mathbf{u} = \begin{pmatrix} t_f^2 \\ t_f^3 \\ t_f^4 \\ t_f^5 \end{pmatrix}, \quad (4-3)$$

$$\mathbf{b} = \begin{pmatrix} x_f - \dot{x}_0 t_f \\ y_f - \dot{y}_0 t_f \\ z_f - \dot{z}_0 t_f \end{pmatrix}$$

4.3 Mathematica によるシミュレーション結果

数式計算処理ソフトである Mathematica を用いて動作生成パラメータの最適化を行った。結果を図5に示す。

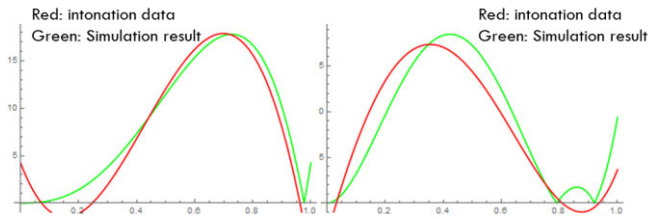


図5 シミュレーション結果

図5から、多少の誤差は存在するが到達運動の速度分布のピークが前後しているのが確認できた。

5. 動作生成

本章では、4章で求めた最適化結果を用いて、キャラクターの動作生成を行い、生成される動作が予備実験の被験者と似た動作となっているか確認した。

5.1 SprBlender

SprBlender とは、物理シミュレーションを組み込んだ3Dモデリングソフトである。このソフトを用いて、キャラクターの動作の生成を行った。図6はその様子を写したものである。

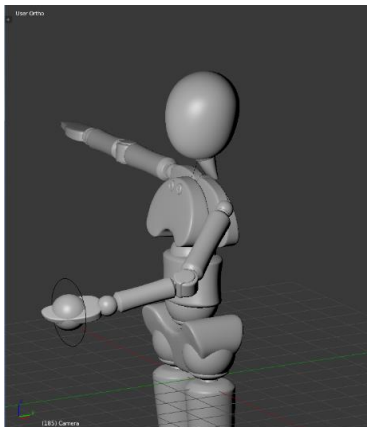


図6 動作生成の様子

5.2 動作生成結果

生成した動作と予備実験の被験者の演技動作との比較を動画とモーションデータの2つの視点から検証を行った。

まず、動画の様子であるが、多少の誤差があるものの速度変化の様子は、ほぼ同じ結果となったように見受けられた。次に、最適結果とキャプチャーしたモーションデータを比べたものを図7に示す。

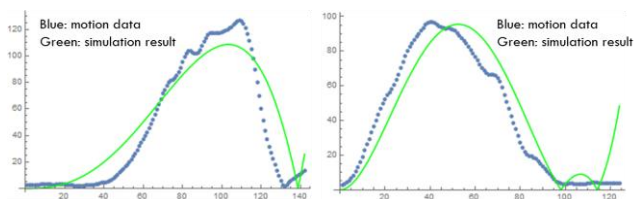


図7 最適結果とモーションデータの比較

図7のシミュレーション結果のグラフの形がモーショ

ンデータに類似した結果となっているので、キャラクターの動作は被験者の動作と類似した結果が得られていると結論付けることができる。

6. 課題

入力する抑揚によっては、ピークが複数現れる場合があった。しかし、躍度最小モデルでは複数のピークを持つ波形に対応することができないため、良いパラメータを求めることができなかった。そこで、今後の課題としてピーク間の極小値を経由点として複数のセグメントに分けてパラメータの最適化を行う必要が有る。

7. おわりに

本論文では抑揚という語句に含まれる要素の一つを使ってキャラクターの動作生成パラメータを最適化し調整するシステムを作成した。その結果として、具体的な動作例が無くともその動作をイメージした抑揚を入力すればキャラクターの動作生成を容易に行えるようになった。しかし、パラメータの最適結果とモーションデータの間に誤差が生じているため望んだ結果が出力されないことも考えられる。その際、何度も抑揚を入力しなければならない。より良いシステムを作るためには、今後利便性などを含めて改善していく必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 原野 誉大, 三武 裕玄, 長谷川 晶一: 注視対象の変化例を教師入力とした感覚注意モデルの最適化手法, 日本バーチャルリアリティ学会論文集(CD-ROM), Vol.18, No.33, B-4, 2013.
- 2) 川人光男: 脳の計算理論, p.242-244, 産業図書, (1996).