

スタイル変換を用いた効率的なアニメーション生成

前田修治† 栗原恒弥†‡ 西田友是†

東京大学† (株)日立製作所‡

1. はじめに

近年、キャラクタアニメーション制作において、モーションキャプチャシステムが盛んに利用されている。それに伴い、動作データの再利用に関する手法が有用となってきた。例えば、Hsu らのスタイル変換[1]は、異なるスタイルを示す動作データペア間の変換関数をシステム同定により求め、既存の動作データのスタイルを変換することでアニメーション生成の効率化を実現している。例えば、あらかじめ求めておいた「通常歩行」から「忍び足」への変換関数を用いることにより、新しく入力された「通常歩行」のアニメーションをリアルタイムに「忍び足」のアニメーションに変換できる。

スタイル変換は全身の動作データをシステム同定の対象としている。一方、腕と脚の動きの相関は歩行をはじめとする様々な運動において重要な役割を担っており、脚動作のテンポやスタイルの変化に腕動作が追従すると考えられる。

そこで本研究では、スタイル変換の手法を用いて動作データの脚動作から腕動作を生成する手法を提案する。本手法は、腕動作アニメーションの指定を必要としないため、効率的なアニメーション生成が期待できる。ただし、任意の脚動作から腕動作を生成することは困難であるため、本研究では、主に歩行動作を腕動作生成の対象とする。

2. 関連研究

本研究では脚の動きから腕の動きを推定するためにスタイル変換[1]の手法を用いる。スタイル変換は、軌道や障害物の回避といった動作データの全体的な流れを維持しながら、あるスタイルの動作を異なるスタイルの動作へ変換する手法である。スタイル変換では異なるスタイルを示す動作データペアをシステムの入力とするが、本研究では代わりに脚データと腕データを入力としてシステム同定を行う。図 1 に本研究で用いた動作データのスケルトン構造を示す。

上半身と下半身の動作の相関に注目した研究としては、Heck らの手法[2]が挙げられる。ただ

し Heck らの手法は、一方の歩行動作から上半身動作を取り除き、もう一方の歩行動作の上半身動作で置き換えることを目的としており、本研究のように脚動作から腕動作を自動生成するものではない。

3. 本研究の概要

本研究では、脚動作から腕動作を推定することを目的とする。このために、ある動作データの脚データと腕データ間の変換関数をシステム同定により求める。別の動作データの脚データをシステムに入力し、同定した変換関数を用いて対応する腕のアニメーションデータを出力する。

変換関数としては、線形時不変 (Linear Time-Invariant: LTI) システム[3]を用いる。モーションデータは、関節ごとに exponential map[4](以下, exp-map)で表現する。exp-map で表現した脚データ、腕データに対して、脚動作と腕動作の相関を表すモデルを推定する。

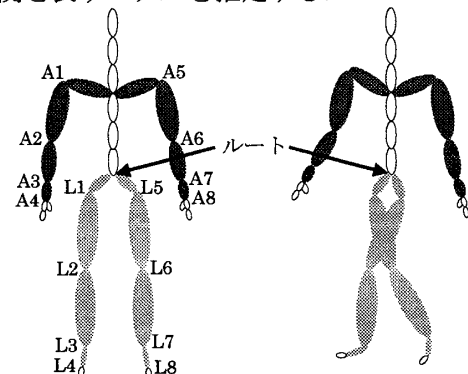


図 1: 動作データのスケルトン構造。黒色部分は腕データ、灰色部分は脚データを表す。

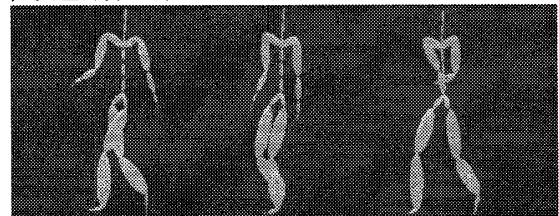


図 2: 通常歩行アニメーション

4. システム同定

システム同定は、システムの入出力データ $\mathbf{u}(t) \in \mathcal{R}^{d_1} (t=1,2,\dots)$, $\mathbf{y}(t) \in \mathcal{R}^{d_0} (t=1,2,\dots)$ から、その内部構造 f を推定する。ここで、 t はフレーム番号、 d_1, d_0 は入出力データの次元を表

“Effective Creation of Animation using Style Translation”

Shuji Maeda†, Tsuneya Kurihara†‡, Tomoyuki Nishita†

†Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo ‡Hitachi, Ltd

し、 f は線形システムであると仮定する。このとき、システムの入出力関係は次のような線形時不変(LTI)システムで表される。

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x}(t+1) \\ \mathbf{y}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} \\ \mathbf{C} & \mathbf{D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}(t) \\ \mathbf{u}(t) \end{bmatrix} = \mathbf{F} \begin{bmatrix} \mathbf{x}(t) \\ \mathbf{u}(t) \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで、 \mathbf{F} および $\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}$ はシステムの入出力特性を表す行列であり、 $\mathbf{x}(t)$ ($t=1,2,\dots$) はシステムの内部状態を表す状態ベクトルである。線形時不変システムの概要を図3に示した。

本研究では、システムの内部構造を推定するために、システム同定問題の解法の一つであるN4SID (Numerical algorithms for Subspace State Space System Identification)法アルゴリズム[3]を用いた。

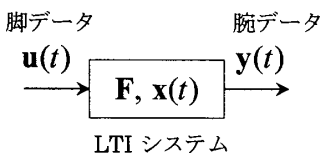


図3: 線形時不変システム。 $\mathbf{u}(t)$, $\mathbf{y}(t)$ は入出力データ, $\mathbf{x}(t)$ は状態ベクトル, \mathbf{F} はシステム行列。

5. 結果

まず、「通常歩行」の脚データ(図1のL1~L8の関節データ, $d_f = 24$)と腕データ(図1のA1~A8の関節データ, $d_o = 24$)をシステムの入力として、「通常歩行」(図2)における脚動作と腕動作の相関を変換システム f に学習させた。次に、「遅歩き」、「大股歩き」の脚データを変換システム f にそれぞれ入力し、入力された脚データに対応する腕データを出力させた。「遅歩き」、「大股歩き」の適用例をそれぞれ図4, 図5に示す。腕データに関して上段はオリジナルデータ, 下段はシステムの出力結果を表し、腕以外の関節データは両段共にオリジナルの関節データを用いた。

図4から、脚動作のテンポ変化に関しては、腕の振幅やタイミングがオリジナルデータに類似しており、腕動作が十分に再現できているといえる。また図5から、歩幅の変化に関しては、振幅や動作方向の点でオリジナルデータと異なる腕動作ではあるが、全体として自然なアニメーションが生成できている。

これらの結果より、類似した歩行動作に関して、あらかじめ求めておいた脚-腕動作間の変換関数を用いることにより、脚データのみからの入力から対応する腕データが出力できると考察される。

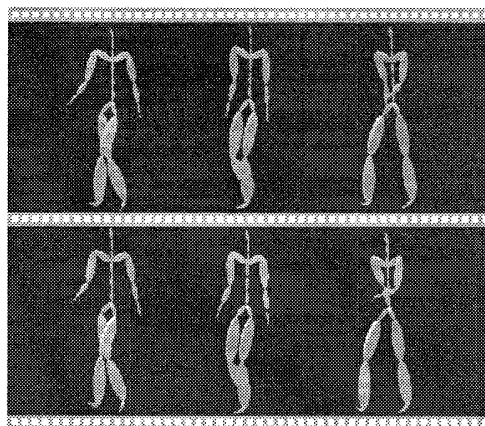


図4: 遅歩きの適用例。オリジナルデータ(上段), システムの出力(下段)。

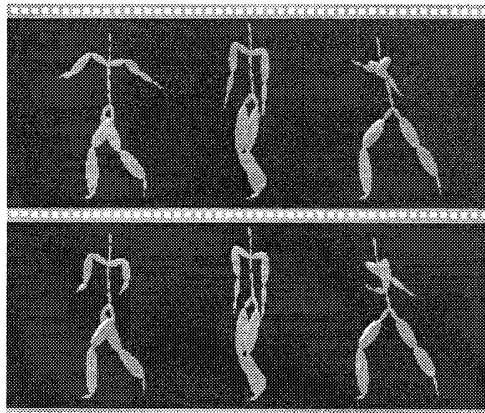


図5: 大股歩きの適用例。オリジナルデータ(上段), システムの出力(下段)。

6. まとめと今後の課題

スタイル変換の手法を脚データ-腕データ間の相関の推定に利用し、新たな脚のアニメーションデータのみから対応する腕のアニメーションデータを出力する手法を提案した。

今後の課題として、脚データの様々なスタイルに対応するための拡張などが考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、多大なる御協力を頂いた豊橋技術科学大学の向井智彦助教に深く感謝致します。

参考文献

- [1] Eugene Hsu *et al.*, "Style Translation for Human Motion", *ACM Transactions on Graphics*, vol.24, no.3, pp.1082-1089, 2005.
- [2] Rachel Heck *et al.*, "Splicing Upper-Body Actions with Locomotion", *Computer Graphics Forum (Eurographics 2006)*, vol.17, no.3-4, pp.219-227, 2006.
- [3] 片山徹, "システム同定-部分空間法からのアプローチ", 朝倉書店, 2004.
- [4] F. S. Grassia, "Practical Parameterization of Rotations Using the Exponential Map", *Journal of Graphics Tools*, vol.3, no.3, pp.29-48, 1998.