

振付における身体動作と隊形の可視化エージェントによるオーサリング手法の検討

Examination of Methods Authoring Body Motion and Formation in Choreography

吉田侑矢^{1*} 岩田有加¹ 米澤朋子¹
Yuya Yoshida¹ Yuka Iwata¹ Tomoko Yonezawa¹

¹ 関西大学

¹ Kansai University

Abstract: This paper investigate the possibility of a choreography authoring system of the dance agents' formation. The purpose of our research is to enable the visualized agents with each body-motion and formation of them. The agents are expected to emphasize the ability of choreographer to imagine the total view of the dance formation. The proposed system can save the body motions of the dancers for each 3D coordination. We examined our developed functions, "creating the formation of the dancers," with using reference lines and reference figures.

1 はじめに

舞踊における振付とは、音楽に合わせて身体動作（振り）を考案したり、振りを効果的に見せるための舞踊者の位置関係（隊形）を構想したり、舞踊者に対してそれらを教示したりすることである。また、振付を行う人を振付師という。大抵の場合、振りを考案してからそれに見合った隊形をデザインするが、振りの見栄えは隊形の形やタイミング、舞踊者の人数等によって大きく影響するため、常に同時並行的に構想しなければならない。従来隊形をデザインするには、ホワイトボードと磁石を使う事が多い。ホワイトボードは地面を真上から見た状態を表し、磁石は舞踊者一人分の立ち位置として表される。振付師はこれらを使って、実際に舞踊者が振りを踊っている姿を念頭に入れながら、隊形を考案する。しかし、人数が多い程、このような工夫がなされても隊形のデザインは難しく、実際に舞踊者に教示を終えてから、思い描いていた様な見栄えとは相違する形になることも多い。その場合、振付師は新しく振りに見合った隊形デザインを練り直さなければならない。振付作業に従事できる時間に制限がある中で、非効率な作業工程と言える。

そこで、我々はこれまで振付作業を最適化するためのシステムを開発してきた。モーションキャプチャを用いて振りを撮影し、可視化エージェントによる保存したデータの視覚的編集機能や、読み込んだデータの

3DCG エージェントとしての可視化、またそれを用いた隊形の可視化、デザイン機能等が実装されている。本稿では、可視化エージェントを使用した隊形のオーサリング手法について検討するための実験を行った。具体的には、参照線を用いたエージェント配置と参照図形を用いたエージェント配置を比較し、複数の人間の踊りをイメージする際にどちらが有用であるかを検証する。

2 先行研究

2.1 「舞踊符」による民族芸能の記録・創作支援

海賀・湯川 [1, 2] らは、磁気式モーションキャプチャを用いて民族芸能の保存、伝承、学習のためのシステムを開発した。その中で、「舞踊符」という造語を用いており、一つの舞踊によく使われる振りのパターンを、一意に意味付けたものとしてデータベースに保存している。舞踊符は、「舞踊コンポーズ」というシステムを用いて、同一時間軸上で組み合わせることが可能である。ここで組み合わせられた舞踊符らを、一纏めに「舞踊譜」と呼んでいる。舞踊譜生成後に「舞踊コンバータ」というシステムを通すと、3DCG アニメーションとして確認することができる。

本研究との大きな違いは、隊形のデザインという点において論じられていない点である。舞踊において振りは最も重要な要素の一つであるが、民族芸能の保存、

* 関西大学総合情報学部総合情報学科

〒 569-1052 大阪府高槻市豊仙寺町 2 丁目 1 - 1

伝承という点において、隊形も必ず取り入れなければならない要素の一つであると考えられる。本研究では、振りに対して意味付けを行ってはいないが、典型的な振付を行う場合には、モーションキャプチャデータを扱う手間を省くことが出来るため、今後検討する必要がある。

2.2 クラシック・バレエにおける対話型振付システム

曾我, 海野 [3, 4] らは, 光学式モーションキャプチャにより記録したクラシック・バレエにおける基本的なステップをデータベース化し, Web 上でクラシック・バレエの振付をシミュレーションすることのできるシステムを開発した。このシステムではモーションキャプチャデータをバレエダンサーの人体モデルに適用し, より視覚的に振付のイメージを得られる。視点の変更や, 基本ステップのプレビュー, 背景の変更, ステップの速度変更, 編集機能などが実装されており, 複数人を並べて舞踊の構成をシミュレーションすることも可能となっている。しかし, クラシック・バレエに特化した振付システムであるため, 一般的な舞踊の振付には使用できない。加えて, データベースの内容をユーザの意思で編集できないため, データベースの内容がクラシック・バレエのモーションを網羅しない限りは, ユーザのイメージに沿ったシミュレーションが得られない可能性もある。仮に舞踊の種類をクラシック・バレエに限らなければ, 多種多様な舞踊のデータベースを作成することはとても困難であるため, 舞踊の種類を限定する場合のみ有効であると思われる。

2.3 市販の3DCGアニメーションを作成するためのアプリケーション

現在, 3DCG アニメーションを作成するためのアプリケーションは多数存在する。高価なものあれば WEB 上に無償で公開されているものもあり, 3DCG の専門家でなくとも, 手軽に高品質な作品を制作することができる。中でも, MikuMikuDance(MMD) という無償で提供されているアプリケーションは, モーションキャプチャである Kinect からモーションキャプチャデータを取得し, 用意されているエージェントに踊らせることができる。しかし, パソコン初心者にとって使いこなすには難しく, 機能をもっとシンプルにする必要があると思われる。

3 システムの概要

3.1 モーションキャプチャデータを可視化するエージェント

3.1.1 使用するモーションキャプチャ

本システムでは, Microsoft 社のモーションキャプチャである Kinect を使用する。Kinect では, 現時点で最大 20 関節(頭, 首, 肩, 肘, 手首, 手, 背骨, 腰, 臀部, 膝, 足首, 足)を取得する能力があるが, 本システムでは 15 関節(頭, 首, 肩, 肘, 手首, 腰, 臀部, 膝, 足首)をトラッキングした。

-11	19	335	-27	20	336	6	18	335	-32	-7	330	6	-10	335	-36
-11	19	335	-28	20	336	6	18	335	-33	-7	329	6	-10	335	-37
-11	19	335	-28	20	336	5	19	335	-33	-7	329	5	-9	335	-37
-12	20	335	-28	20	336	5	19	335	-33	-8	329	5	-9	335	-39

図 1: モーションキャプチャデータの内容

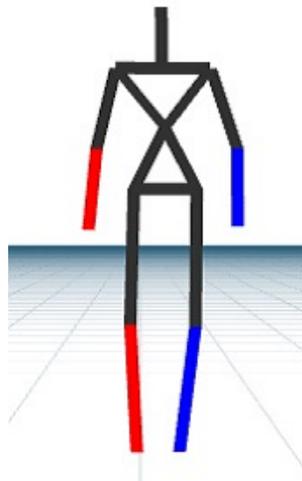


図 2: 可視化エージェント

3.1.2 モーションキャプチャデータの記述方法

Kinect から取得された 3 次元位置情報は, 図 1 の様に, 1 フレーム毎に (一関節の xyz 座標) × (関節の総数分) をテキストデータとして保存している。Kinect から取得することのできる位置情報は, Kinect の位置を原点として, 左右が X 軸, 上下が Y 軸, 奥行きが Z 軸 (カメラ座標系) である。例を挙げると, 舞踊者を Kinect から 3 メートル離れた場所から撮影すると, 舞踊者の z 値は 300 という値が記録される。エージェントの関節情報に直接この値を適用した場合, エージェントの立ち位置は原点から 3 メートルの距離に表示される。しかし, システム上では常にエージェントの位

置を中心と捉える必要があるため、エージェントの関節情報を読み込む際に、腰部のz値を全関節のz値から差し引くことで、各関節のz値を原点周囲に移動させている。

3.2 隊形オーサリング手法

隊形を作成する機能では、全ての操作においてマウスクリックやマウスドラッグが用いられる。

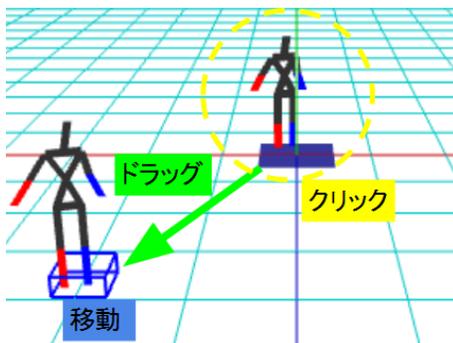


図 3: マウス操作による配置

3.2.1 エージェント一体ずつの立ち位置を変更する手法

図 3 の様に、エージェントの足下部分をクリックし、そのままドラッグすれば XZ 平面上で立ち位置を変更する事が出来る。

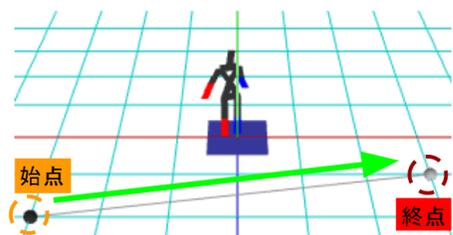


図 4: 始点と終点の指定

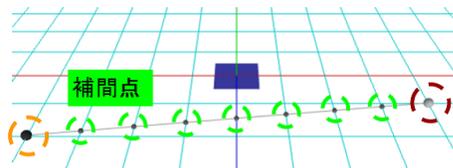


図 5: 補間点

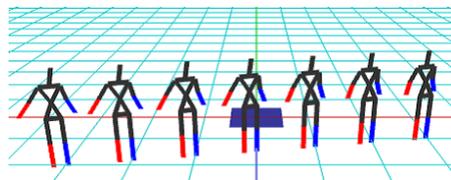


図 6: 補間点上に配置された人体骨格モデル

3.2.2 描画した線分上にエージェントを配置する手法

XZ 平面上において線分の始点と終点を図 3 の様に指定すると、その間に等間隔にエージェントが配置される。配置する座標は、始点、終点の座標を線形補間することで生成している。補間する間隔は、150(cm) で割った線分の長さを四捨五入して計算している。150(cm) で割る事で、エージェントが腕を伸ばしてもお互いの腕がぶつからない様な間隔になる。

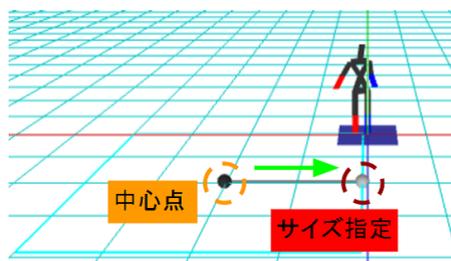


図 7: 中心点・サイズの指定

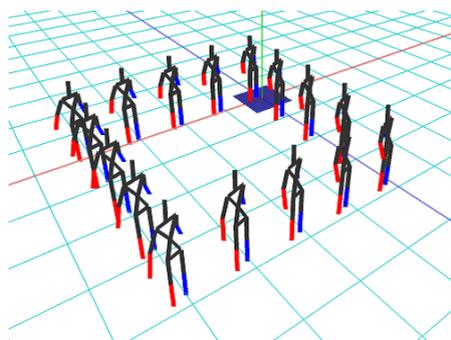


図 8: 正方形上に配置された人体骨格モデル

3.2.3 描画した正三角形・正方形の辺上にエージェントを配置する手法

XZ 平面上において、正三角形の重心と一頂点までの距離を指定すると、各辺上に等間隔にエージェントが配置される。正方形においては、図 7 の様に重心から

一辺までの距離を指定する．指定後は，各頂点間を線分の手法と同様に線形補完する．

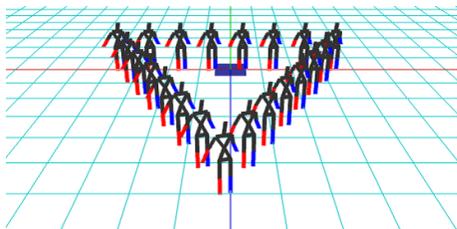


図 9: 正三角形上に配置された人体骨格モデル

3.3 視点変更機能

配置した隊形や，振りの詳細を確認したい場合，右クリックしたままマウスを移動させると，3次元空間上での視点位置を方位角方向や仰角方向へと変更することができる．また，ズームイン，ズームアウト等の機能が実装されており，この機能に関する検証は別途行っている [7]．

4 実験

4.1 実験 1

実験の目的： 本システムを使ったオーサリング手法を使用する事で，振りと隊形を並行して考えやすくなったかどうかを検証した．

被験者： 6名（男性4名，女性2名，学生）

実験手法： 最初に，被験者に上記のような従来の隊形オーサリング手法を体験してもらった．その際想像してもらった振りとして，南中ソーラン節の動画（「ソーラン節 振り付け 高齢者・小学校低中学年編（前向き）」）の 1:08 1:15 を参照してもらった．続いて，本システムを上記の隊形オーサリング手法について解説し，これを使用して隊形を作ってもらった．作業が終了すると，以下の質問について，それぞれ解答してもらった．

1. ホワイトボード上で隊形を考案する際，振りを常に意識して考えられていた
2. ホワイトボード上で隊形を作成した結果、実際に踊ってみた場合の見栄えを想像することができた
3. ホワイトボード上で磁石を動かし隊形を考案する方法は，想像力を補うためには十分だ

4. システム上で隊形を考案する際，振りを常に意識して考えられていた
5. システム上で隊形を作成した結果、実際に踊ってみた場合の見栄えを想像することができた
6. システム上で隊形を考案する方法は，想像力を補うためには十分だ

質問に対して実験中に感じた事と当てはまるかを以下の5段階で評価してもらい，アンケートに解答してもらった．

1. 当てはまらない
2. あまり当てはまらない
3. どちらとも言えない
4. だいたい当てはまる
5. 当てはまる

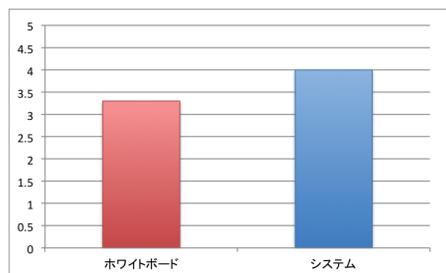


図 10: 実験 1：質問 1 の評価の結果

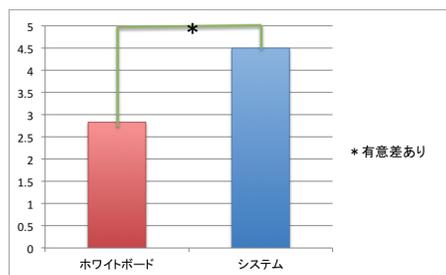


図 11: 実験 1：質問 2 の評価の結果

実験の結果： アンケート結果を集計し，被験者内一要因計画において，有意水準を 0.05 として反復測定分散分析を行った．質問 1 の「振りを常に意識できていた」という質問においては， $F=4.0000$ ， $p=0.1019$ となり，有意差が得られなかった（図 10）．これは，エージェントは常に表示されているが，常にエージェントが踊っている状態ではなく，大半の被験者が隊形を作り

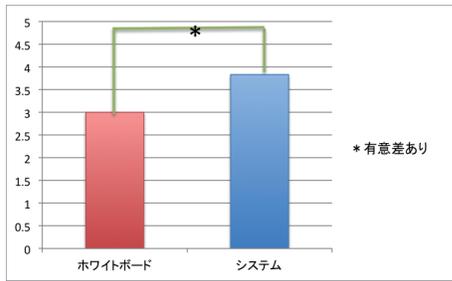


図 12: 実験 1 : 質問 3 の評価の結果

終わってから再生していたので、実質的には被験者は振りを最後まで見ていなかったことが原因と思われる。

質問 2 の「見栄えを想像することができた」という質問においては、 $F=62.5$, $p=0.0005$ となり、有意差を得ることができた (図 11)。アンケートの自由記述から、「振りの動画を見ながら隊形を作成するのは、想像の域から出ないが、システム上で隊形を作成すると、実際に踊ってみている様に隊形を考察することができた」や「ホワイトボードでは舞台の広さや距離感が曖昧で、実際に踊ってみた際の見栄えが難しかった」という意見が得られた。

質問 3 の「想像力を補うためには十分だ」という質問においては、 $F=7.353$, $p=0.0422$ となり、有意差が得られた (図 12)。これは、ホワイトボードは実際の地面を真上から見たイメージに見立てられているが、本システムでは、あらゆる角度から地面を視認できるためであると思われる。

4.2 実験 2

実験の目的： 本システムの各隊形オーサリング手法を比較し、有意差がどの機能の間で生まれたかを検証した。

被験者： 15 名 (男性 8 名, 女性 7 名, 学生)

実験手法： 最初に本システムの使い方を説明し、時間を制限せずに各隊形オーサリング手法によりそれぞれに任意の隊形を作成してもらった。終了後、実験 1 と同様に下に述べる質問に前述の 5 段階で評価をしてもらい、アンケートに解答してもらった。質問事項は以下であり、それぞれのオーサリング手法に対して質問した。

1. 可視化エージェントの位置をマウス操作により移動させる方法は、任意の隊形を作成する際に便利だ

2. マウス操作により線分を引き、線上に可視化エージェントが並ぶ隊形を作成する方法は、任意の隊形を作成する際に便利だ
3. マウス操作により正三角形を描画することで、正三角形の各辺上に可視化エージェントが並ぶ隊形を作成する方法は、任意の隊形を作成する際に便利だ
4. マウス操作により正方形を描画することで、正方形の各辺上に可視化エージェントが並ぶ隊形を作成する方法は、任意の隊形を作成する際に便利だ
5. マウス操作により線分を引く際に、違和感を感じることなく直感的に描画できた
6. マウス操作により正三角形を描く際に、違和感を感じることなく直感的に描画できた
7. マウス操作により正方形を描く際に、違和感を感じることなく直感的に描画できた

実験の結果： アンケート結果を集計し被験者内一要因計画において、有意水準を $p=0.05$ として反復測定分散分析を行った。質問 1 では、 $F=15.607$, $p<.01$ となり、有意差が得られた。質問 2 では、 $F=7.46$, $p=0.025$ となり有意差が得られた。

質問 1 の主効果における多重比較 (Ryan's method) では、以下の図 13 に示す様に「マウス操作によるエージェントの移動」「線分描画による隊形作成」と「正方形描画による隊形作成」「正三角形描画による隊形作成」間で有意差が得られなかった。さらに、評価の結果から「マウス操作によるエージェントの移動」「線分描画による隊形作成」間の成績の方が高い事が読み取れることから、今後正多角形を描くシステムの実装を進めるのではなく、より前者の機能の操作性を高めた方が良いと考える。

質問 2 の主効果における多重比較 (Ryan's method) においては、以下の図 14 に示す様に「正方形描画に寄る隊形作成」と「正三角形描画に寄る隊形作成」で有意差が得られなかった。正方形、正三角形の描画においては、描画方法自体が難しいという意見が多い。

5 おわりに

舞踊における振付作業を最適化するため、舞踊者の振りが収録されたモーションキャプチャデータを読み込み、可視化エージェントを使用した隊形のオーサリング手法について検討するための実験を行った。実験 1 では、従来の隊形オーサリング手法と比較した結果、実際に踊ってみた際の隊形の見栄えを確認しながら作

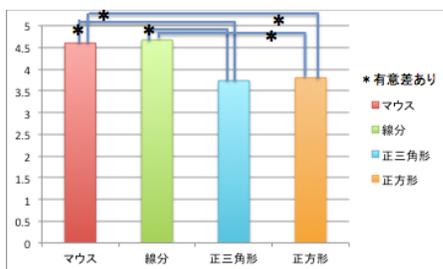


図 13: 実験 2 : 質問 1 の評価の結果

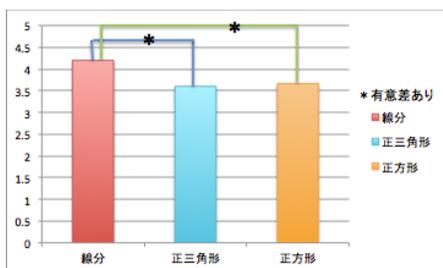


図 14: 実験 2 : 質問 2 の評価の結果

業を進める事ができるとわかった。実験 2 では、本システム上での隊形オーサリング手法間で比較した結果、「マウス操作によるエージェントの移動」と「線分描画による隊形作成」において、被験者からの評価が高く、よりシンプルな操作性又は図形の方が良いという事が考えられ、実験方法を変えて検証する必要がある。

アンケートの自由記述の中では、「一度作成したエージェントや隊形の削除、再編集をしたい」という意見が最も多く、基本的であるが重要な機能であるため、優先して実装していくべきだと考えられる。また、エージェントの振りが再生されるタイミング等を詳細に設定することのできる機能を実装する予定である。隊形間で異なる振りを踊ったり、同一の振りを時間差を付けて踊ったりすることができると、より複雑な振り付けを行うことができると考えている。

参考文献

- [1] 海賀 孝明, 湯川 崇, 長瀬 一男, 佐々木 信也, 玉本 英夫: 舞踊符による動作の記述法の提案, 情報処理学会研究報告. 人文科学とコンピュータ研究会報告 99(43), 31-38, 1999-05-21.
- [2] 湯川 崇, 海賀 孝明, 長瀬 一男, 玉本 英夫: 舞踊符による身体動作記述システム, 情報処理学会論文誌 41(10), 2873-2880, 2000-10-15.
- [3] 曾我 麻佐子, 海野 敏, 安田 考美: クラシックバレエの振付を支援する Web ベースのモーションアー

カイブと 3DCG 振付シミュレーションシステム, 情報処理学会論文誌 44(2), 227-234, 2003-02-15.

- [4] 曾我 麻佐子, 海野 敏, 安田 考美: バレエ創作を支援する Web ベースの振付シミュレーションシステム, 電子情報通信学会技術研究報告. CQ, コミュニケーションクオリティ 102(660), 71-74, 2003-02-21.
- [5] Tom Calvert, Lars Wilke, Rhonda Ryman, Ilene Fox, "Applications of Computers to Dance," *IEEE Computer Graphics and Applications*, March-April 2005, pp. 6-12(2005) .
- [6] 吉田 侑矢, 岩田 有加, 米澤 朋子, モーションキャプチャデータの編集による振付支援, HI学会 SIG-DE 研究会, pp. 3-8, 2012.
- [7] 吉田 侑矢, 岩田 有加, 米澤 朋子, "振り付けデザインオーサリングシステムにおけるモデル配置方法と視点可変性の検証," *HI-SIG-DE-89*, pp.29-34, 2012.