

# 見本のダンス動画に対する手の軌跡の付与が 動きの習得に及ぼす影響の調査

中村瞭汰<sup>1</sup> 藤原優花<sup>1</sup> 古市冨佳<sup>1</sup> 中村聡史<sup>1</sup>

**概要:** 動画共有サイトや SNS へのダンス動画の投稿が増加しており、ダンス動画を見て憧れを抱き、ダンスを真似する人も増えている。しかし、ダンス初心者が動画からダンスを習得することは難しく、真似をしても見本と異なったものになってしまうことが多い。その原因の一つは、ダンスの複雑な動きを、動画から理解することが難しいからである。動きの理解が難しい箇所は振り付けによるが、特に腕の動きは可動域が広いことや早い動きが可能であることから、理解の難しい動きになりやすい。そこで本研究では、見本のダンス動画における手の動きを推定し、軌跡として重畳提示することによって、動画を見て振り付けを覚える際に腕の動きの習得を促す手法を提案する。また、手法の有用性を検証するための実験を実施し、提案手法によって腕の動きの習得が促される可能性が示唆された。

**キーワード:** ダンス, 骨格推定, 軌跡, 可視化, 動画

## 1. はじめに

2012 年より中学校の体育の授業でダンスが必修となったことによって、若い世代がダンスに触れる機会が増加している。また、YouTube やニコニコ動画、TikTok などにはアイドルやダンサーに限らず幅広いユーザが多数のダンス動画を投稿しており、ダンスがより身近になり、ダンスを目にする機会も増加している。さらに、投稿された動画を見てその人のように踊ってみたいと思うユーザも少なくなく、実際にそのようなユーザが真似て踊った動画が N 次創作[1]として投稿されることが増えている。

SNS などにアイドルやダンサーなどが投稿するダンス動画の多くはパフォーマンスを見せるための動画（以後、パフォーマンス動画と呼ぶ）であって、レクチャーするための動画（以後、レクチャー動画と呼ぶ）ではないため、その動画を見て真似を試みることは難しい。そのため、動画によっては他のユーザがパフォーマンス動画を解説して、レクチャー動画を投稿している場合もある。しかし、ダンス動画の真似を試みるユーザはこの振り付けを踊れるようになりたいという思いもあるが、動画上の憧れの人の癖なども含めて真似したいことも多く、レクチャー動画が存在する場合でも、憧れの対象であるパフォーマンス動画を見て練習したいという思いも強い。また、そもそもパフォーマンス動画に対するレクチャー動画がないことの方が多い。

ここでダンス初心者がダンス動画を見て、振り付けを真似することは容易ではない。振り付けを覚えるために動画を見て、印象的な振り付けやポーズに目が向いてしまい、ポーズに至るまでの動きなどは見落とされることが多い。その結果、踊り手が見落とした箇所は曖昧なダンスとなり、見本の動画とのずれになっていく。一方、ダンス経験者は初心者と比較して、振り付け全体にくまなく目を向ける能力や、過去に踊ったダンスの経験をもとに動きを把握する能力が高いため、真似て踊ったダンスと見本の動画とのず

れが少ない。

見落とされることが多い動きの例として、ポーズに至るまでの腕の複雑な動きが挙げられる。ポーズに至るまでの間に複数の動きが含まれている場合、ポーズよりもその動きが強く印象に残ってしまい、ポーズの見え方が大きく変わってしまうことがある。例えば図 2 は、図 1 の動画を見本として真似したが、見落としがありうまく表現できていない例である。お手本となる図 1 では、手を肩の位置まで持ち上げてから横に伸ばしているが、その動きが早いため、それを模倣している図 2 では終着点に向かってまっすぐ手を動かしてしまっている。手の始発点と終着点は一致しているが、手の通っている箇所が異なるため、図 1 はコンパクトな動きに見えるが、図 2 の方では大きな動きに見えてしまっている。この腕の動きの理解が難しい原因として、他の部位と比較して可動域が広いことや、早い動きが可能であることからスロー再生を行っても動きを正確に理解しづらいことなどが考えられる。こうした動きを見落とした結果、自分の踊りと見本の動画とのずれが生じてしまう。振り付け師からダンスの指導を受ける場合は、このような振り付けの中の見落としやすい箇所に対して指導が行われるが、ダンス動画から振り付けを習得する場合は、見落としやすい箇所に自身で目を向ける必要があるため、ダンス初心者が自身で行うのは困難である。

そこで本研究では、このダンスにおける腕の動きを把握しにくい問題に着目し、見本のダンス動画からダンス初心者が腕の動きなどを正しく理解し習得できるように支援することを目的とする。ここでは、見本の動画に手の軌跡を重畳提示することが腕の動きの習得に効果的であるという仮説を立て、見本のダンス動画に対して手の軌跡を推定および重畳提示する手法を提案する。また、実現した手法をもとに、軌跡ありの動画を見て練習したグループと軌跡なしの動画を見て練習したグループに分けて比較する実験を行い、仮説が立証されるかを明らかにするとともに、提案

<sup>1</sup> 明治大学  
Meiji University

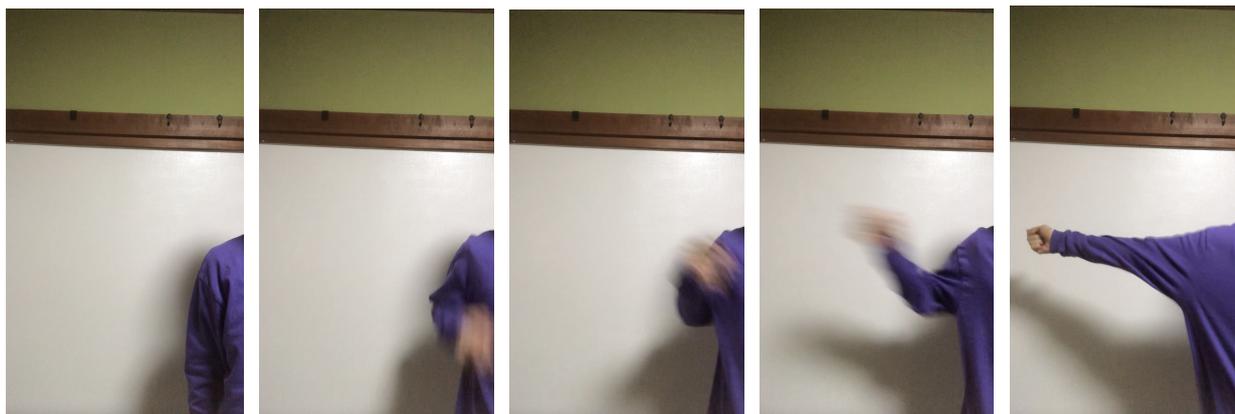


図1 見本（手を体に沿ってあげる）

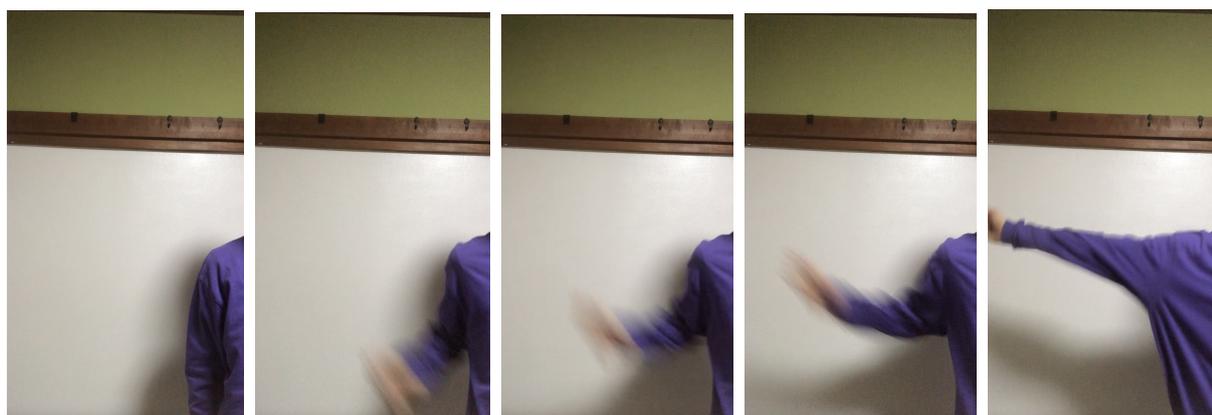


図2 見本を真似して間違った動き（手を斜めに真っ直ぐあげてしまっている）

手法の有用性の検証を行う。本提案手法により、見本のダンス動画を練習で用いることで他のユーザが投稿しているレクチャー動画で練習する場合と異なり、憧れの対象である動画で練習できることからモチベーションを維持でき、今より多くのユーザによる踊ってみた動画が投稿され、ダンスがより身近な存在になると期待される。

## 2. 関連研究

### 2.1 ダンスの習得支援に関する研究

ダンスの習得支援に関する研究は様々なされている。Fujimotoら[2]はダンスを覚える際に練習者がダンスを踊れるようになった時の姿がわかりやすいとモチベーションが上がると考え、レクチャー動画のボーン情報を練習者の姿に重ねた合成ビデオを提示する手法を提案している。合成ビデオを用いた練習後にアンケートを取った結果、自身の動きのタイミングの確認に役立つことがわかった。またUsuiら[3]は、タブレットに自身のCGアニメーションを提示することでハワイアンダンスの練習支援を行う手法を提案した。その結果、自身の踊りを客観視しやすくなったが、提示される情報量の調整が課題となった。

ダンスを模倣する際のディスプレイサイズに注目した研究もあり、Elsayedら[4]は画面サイズの異なるディスプレイ（スマートフォン、タブレット端末、デスクトップモ

ニタ、テレビ、大型ディスプレイ）でダンスの模倣に取り組んだ際の違いについて調査を行なった。その結果、スマートフォンを用いて練習した場合と比較してデスクトップモニタ、テレビ、大型ディスプレイを用いて練習した場合の方が模倣の精度が高いということが明らかになった。またKyanら[5]は多面スクリーンで囲んだ空間の中にユーザが入るCaveを用いてダンスの習得支援を行う手法を提案した。Caveを用いてバレエの6つの基本姿勢のジェスチャー認識を行なった結果、平均認識率は90.5~99.5%となった。

ダンスにおける鏡に着目した研究も多数あり、Molina-Tancoら[6]は従来の鏡とは異なり少し動きの反映を遅らせて鏡に提示するThe Delay Mirrorを提案し、実際の練習で用いたところ生徒や教師が自発的に使用したことを明らかにしている。また、Andersonら[7]はARの鏡を使ってダンスのガイダンスやフィードバックを提示する手法を提案している。

ここでRahebら[8]は、提案されている様々なダンスのトレーニングシステムを取り上げ、その有用性や問題点について議論している。その中で、提案されているシステムの半分が持ち運ぶことが難しいことを問題として挙げている。

持ち運びを可能にするものとして、VR技術を利用したダンス習得支援の研究もあり、Senecalら[9]は、VRゲーム

によりサルサダンスの練習を行う手法を提案し、システムを用いた練習によりダンサーではないユーザのスキル向上が見られることを明らかにしている。また、Yang ら[10]は VR を用いて見本の動きを提示し、その動きを追うことでダンスの練習をするシステムを開発し、実験により従来の学習と同じように効果的な練習が可能であることを明らかにしている。

本研究では、動画を見るだけで良いという、実際のダンスの練習環境で使いやすい手法によって動きの習得支援を行うことを目的としている。

## 2.2 動きの理解に関する研究

ダンスの動きやタイミングに着目した研究も多数あり、Nakamura ら[11]は、ダンス動画から動きのタイミングが読み取りにくいことに着目し、ウェアラブルデバイスを用いることによってタイミングを提示する手法を提案している。デバイスを用いた練習の結果、アンケートによる主観的な評価ではあまり良い結果にはならなかったが、タイミング誤差の測定結果には有意な差が見られた。Grosshauser ら[12]は練習者の足の圧力や膝の曲がり具合をセンシングし、それを音声フィードバックで提示する手法を提案した。その結果、練習者はフィードバックを元に動きの修正が可能であることを明らかにしている。Eaves ら[13]は VR を用いてリアルタイムにフィードバックを提供するシステムを提案し、その結果フィードバックはたくさん提供するのではなく、少なめに提供することで学習効果が高くなることを示している。また斎藤ら[14]はダンス動画から振り付けの習得を試みる場合に振り付けのニュアンスを把握することが難しいという問題を解決するためにダンス動画にオノマトペを付与する手法を提案した。その結果、オノマトペを漫画風にダンス動画に付与した手法がより効果的であることを明らかにしている。本研究で提案する動きの軌跡を提示する手法は、こうした手法と組み合わせることによりさらに効果を発揮できると期待される。

軌跡を用いて理解を促す研究もあり、Shimooka ら[15]は実験協力者に社交ダンスを踊ってもらう際に、首、肘、腰、膝に LED ライトを装着させることによって、被験者の動作の軌跡を観測する手法を提案した。その結果、動きの微細な揺らぎの確認を容易にすることが可能になっている。小坂ら[16]は三味線の練習時に三味線・撥・球体。熟練者の撥の軌跡を 3DCG で画面に表示し、リアルタイムで操作可能なシステムを提案し、自身の動作と熟練者の動作を比較できるようにした。その結果、学習者は熟練者とのウチの動作の違いを認識することが可能となっている。本研究ではダンス動画から習得する際に、動画内の手の動きなどを取得し、自動で重畳することによってダンスの理解を促すものである。

なお、Rivière ら[17]はダンス初心者にとって、指導者の振り付けの分解方法が参考になることを明らかにしており、今回は対象としていないがダンス動画をどのように分解し、軌跡を提示するかについては十分に考慮する必要がある。

## 2.3 動きの評価に関する研究

動きやダンスの評価についても研究が行われている。Alexiadis ら[18]は Kinect の深度マップを用いて、ダンスの評価を行う手法を提案している。その結果、手法の有用性が示され、オンラインでの練習の支援での活用の可能性について述べている。Piana ら[19]は Mass-Spring-Damper モデルに基づいて、人の動きの流暢さを自動評価する手法について検討し、評価者が流動的な動きだと判断した動きを識別できることを示している。Niewiadomski ら[20]は IMU センサと EMG センサを用いて動作の表現力の検出を試みており、軽さと脆さという二つの表現力を検出することが可能だと示している。一方 Furuichi ら[21]は、ダンスの骨格情報による個性の推定に関する研究に取り組んでおり、角度を利用することで個人のダンスを高精度に判別可能であることを明らかにしている。

しかし、様々な研究はあるものの人によるダンスの類似度や練度の評価においては何が重視されているのかはまだまだにわかっていない。本研究では、ダンスを評価する際にどの要素が見本との類似度の評価に影響しているについても考察を行う。

## 3. 提案手法

本研究では、ダンス初心者が難しい動きを正しく理解し、習得できるように支援することを目的とする。ここでは特に、振り付けの中で複雑な動きになりやすい腕の動きに着目をし、見本の動画から手の動きを推定し、手の動きの軌跡を重畳提示する手法を提案する。本手法により手の動きの経路がわかりやすくなり、腕の動きの理解につながると考えられる。

具体的には、ダンス動画を 1 フレームごとに分解し、そのフレームごとにボーンの位置を推定する。また、その推定結果に基づき対象とする手の動画内の 2 次元座標を N フレーム分提示する仕組みを実現する。

本研究では、動画をフレームに分割し、フレームごとに `tf-pose-estimation`<sup>†1</sup> を用いてダンサーの骨格推定を行い、N フレーム前までで推定された手の位置を結んで動画に重畳提示することでシステムを実現した。なお、実装では提示する軌跡は直前 15 フレーム分を残し(N=15)、透明度を 0.6、色は `darkorange`<sup>†2</sup> で提示することとした。N=15 とした理由は、軌跡の提示量が多すぎることで見本の動画が見づらくなるなどの問題があったためである。また、色や透明度については、背景や服装の色と重なって軌跡が見づらくなる

†1 [https://github.com/hamataro0710/kempo\\_motion\\_analysis](https://github.com/hamataro0710/kempo_motion_analysis)

†2 [https://matplotlib.org/2.0.2/examples/color/named\\_colors.html](https://matplotlib.org/2.0.2/examples/color/named_colors.html)

ないことに配慮しつつ、設定した。

図3は提案システムを用いて手に軌跡を付与した様子である。ダンスを模倣するユーザは、この軌跡を見つつその動きを把握することが可能となる。



図3 ダンスに軌跡を重畳付与した様子

を動画2、2本目の始めの4小節を動画3、次の4小節を動画4とした(図4)。また、それぞれの動画の振り付けの入るタイミングが難しいため、AIST Dance Video Databaseで曲の開始前に用いられていたメトロノーム音をそれぞれの動画の最初に挟んだ。

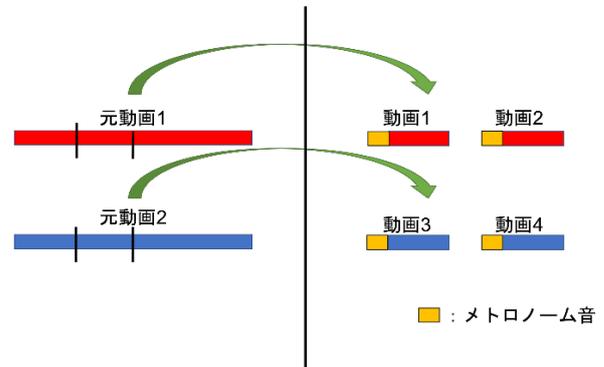


図4 動画生成の方法

## 4. 実験

### 4.1 実験概要

本実験の目的は、ダンス動画に対して手の軌跡を付与することにより、腕の動きの理解が促されるのか調査することである。そこで、実験協力者を軌跡提示なしの動画を見て練習するグループと、軌跡提示ありの動画を見て練習するグループとに分け、実際に習得してもらった結果を比較することで検証する。ここで、本研究が対象とするユーザは、自身でダンス動画から振り付けを習得するほどの技術はないが、ダンス動画から振り付けを習得したいというモチベーションがあるユーザである。そこで、実験協力者はプロのダンサーによる指導を受けた経験はないが、自主的にダンスに取り組んだ経験のある人とした。

### 4.2 ダンス動画の選定

ダンスの習得実験で使用するダンス動画は、AIST Dance Video Database[22]のAdvanced DanceのLA-style Hip-hopから選定した。Advanced Danceの中から選定した理由は、Basic Danceの中から動画を選定すると実験協力者が既に知っているステップが出てくる可能性が高いと考えたためである。また、LA-style Hip-hopの中から選定した理由は、Hip-hopダンスは様々なジャンルのベースになっており、多くのダンス動画に似ている動きが含まれていると考えたためである。この中から、著者らが動画を確認し、動画のみを見て習得することが難しいと思われる振り付けは実験に適していないと考え除外し、2本の動画<sup>†3</sup>を選定した。

次に、この2本の動画の始めの4小節と次の4小節を用いて計4本の動画を作成した。具体的には、選定した2本の動画のうちの1本目始めの4小節を動画1、次の4小節

### 4.3 ダンス習得実験

実験では、実験協力者に10分間で動画を見て振り付けを覚えてもらった後、覚えた振り付けを踊った動画を撮影し、その後主観評価アンケートに回答してもらった。この流れを動画1~4の順に4回繰り返した。軌跡提示なしのグループは4本全て軌跡なしの動画を見て練習に取り組み、逆に軌跡提示ありのグループは4本全て軌跡ありの動画を見て振り付けを覚えてもらった。

また、実験協力者には、ダンス経験に関する事前アンケートに回答してもらい、その中でもプロのダンサーからHip-hopダンスを1年以上習った経験のない人に依頼をした。実験協力者はダンスサークルに所属する大学生の男女20名(男性8名、女性12名)であり、ランダムに軌跡提示なしグループと軌跡提示ありグループに分けた。複数人が同時に練習する際にはお互いの姿が見えないような位置や方向を決め、鏡を用いて自身の姿が見える状態で練習を行なった。動画を見るデバイスには実験協力者が普段の練習でも利用している各々のスマートフォンを用いた。また、撮影環境は撮影対象とカメラの距離が7.50m、カメラの高さが1.15mの位置から撮影を行なった。動画撮影後の主観評価アンケートの設問を表1に示す。

### 4.4 ダンス習得動画に対する評価

Hip-hopダンスの指導をプロから長期間受けていた女子大学生2名(指導を受けていた歴はそれぞれ6年間、8年間)に、ダンス習得実験で撮影した動画と見本の動画を比較して客観評価アンケート(表2)に回答してもらった。

評価者からは軌跡提示なしの動画を練習した動画なのか、軌跡提示ありの動画を見て練習した動画なのかかわから

<sup>†3</sup>  
[https://s3.abci.ai/aistdancedb.ongaaccel.jp/video\\_raw/10M/gLH\\_sFM\\_c01\\_d18\\_mLH5\\_ch20.mp4](https://s3.abci.ai/aistdancedb.ongaaccel.jp/video_raw/10M/gLH_sFM_c01_d18_mLH5_ch20.mp4),

[https://s3.abci.ai/aistdancedb.ongaaccel.jp/video\\_raw/10M/gLH\\_sFM\\_c01\\_d18\\_mLH3\\_ch18.mp4](https://s3.abci.ai/aistdancedb.ongaaccel.jp/video_raw/10M/gLH_sFM_c01_d18_mLH3_ch18.mp4)

ない状態で評価を行ってもらった。客観評価アンケートは Google Form を用いて作成した。アンケートページは 2 ページからなり、それぞれに見本の動画と評価対象の動画を掲載した。なお、2 ページ目の回答後に 1 ページ目の回答を行うと 2 ページ目の各項目の点数の平均点をつける可能性が考えられたため、2 ページ目の回答後に 1 ページ目の回答を修正しないように指示をした。

## 5. 実験結果

本章では、ダンス上級者の評価者が実験協力者のダンス動画と見本の動画を比較して回答した客観評価アンケートと、ダンス習得実験で動画から振り付けを覚えた実験協力者が回答した主観評価アンケートの結果について述べる。

### 5.1 客観評価アンケートの結果

各動画において、客観評価アンケートの「見本と似ているか」の評価値を用いて外れ値の検出を行なった。「見本と似ているか」の評価値を用いた理由としては、この項目が最も動画の総合的な評価をしている項目であると考えたためである。四分位偏差を元に外れ値の検出を行なった結果、動画 1 において軌跡提示なしグループの 1 名が外れ値に該当したため、分析対象から除外した。

表 3 は客観評価アンケートの各項目の平均値をまとめたものである。この結果から、頭、胴体、腕、足の評価値はいずれも軌跡提示ありグループの方が高いが、見本と似ているかの項目の評価値の差はわずか 0.3 となっている。また、腕の動きの評価値は、他の部位（頭、胴体、足）の評価値と比較して低いことが読み取れる。

表 1 主観評価アンケート

	質問内容	回答形式
1	振り付けが覚えやすかったか	10 段階評価 1 (難しかった) ~10 (簡単だった)
2	上手く踊れたと思うか	10 段階評価 1 (踊れなかった) ~10 (踊れた)
3	感想	自由記述

表 3 各項目の客観評価の平均値

	軌跡提示なし	軌跡提示あり
見本と似ているか	5.6	5.9
動きが音と合っているか	8.1	8.0
振り付けを覚えられているか	7.4	7.6
頭の動きが似ているか	5.1	5.9
胴体の動きが似ているか	5.3	6.1
腕の動きが似ているか	4.2	4.9
足の動きが似ているか	5.0	5.9

客観評価の結果を項目ごとに分類したものを図 5~11 に示す。図の横軸は動画 1~4 それぞれを示しており、図の縦軸はそれぞれの評価に関する平均値を示している。

図 5 (見本と似ているか) では、動画 1, 2 においてはほとんど差が見られないものの、動画 3, 4 においては軌跡提

表 2 客観評価アンケート

ページ数	質問内容	回答形式
1 ページ目	見本と似ているか	10 段階評価 1 (似ていない) ~10 (似ている)
2 ページ目	動きが音と合っているか	10 段階評価 1 (合っていない) ~10 (合っている)
	振り付けを覚えられているか	10 段階評価 1 (覚えられていない) ~10 (覚えられている)
	頭の動きが似ているか	10 段階評価 1 (似ていない) ~10 (似ている)
	胴体の動きが似ているか	10 段階評価 1 (似ていない) ~10 (似ている)
	腕の動きが似ているか	10 段階評価 1 (似ていない) ~10 (似ている)
	足の動きが似ているか	10 段階評価 1 (似ていない) ~10 (似ている)
	その他気づいたことコメント	自由記述

示ありの評価値が、軌跡提示なしの評価値に比べ高くなっていることがわかる。

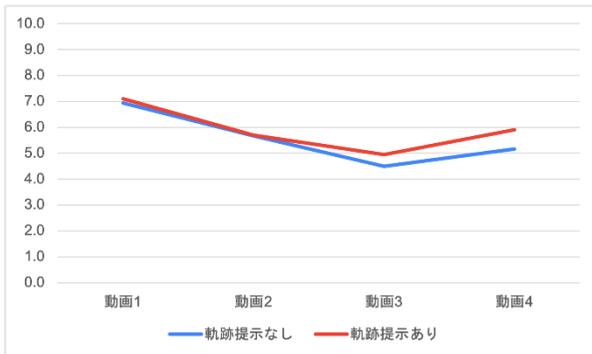


図5 客観評価アンケート（見本と似ているか）

また、図6（動きが音と合っているか）、図7（振り付けを覚えられているか）については、動画1~4までの評価値の増減の傾向が似ており、動画1, 2においては軌跡提示なしの評価値の方が高く、動画3, 4においては軌跡提示ありの評価値の方が高くなっている。

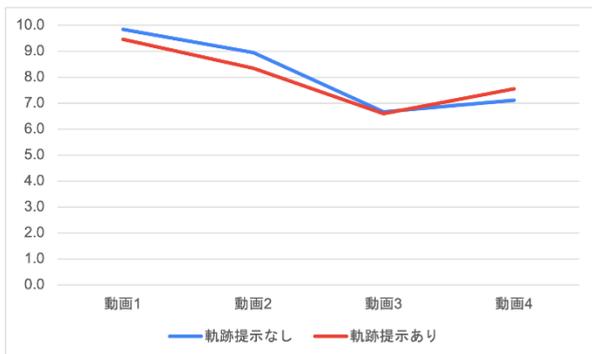


図6 客観評価アンケート（動きが音と合っているか）

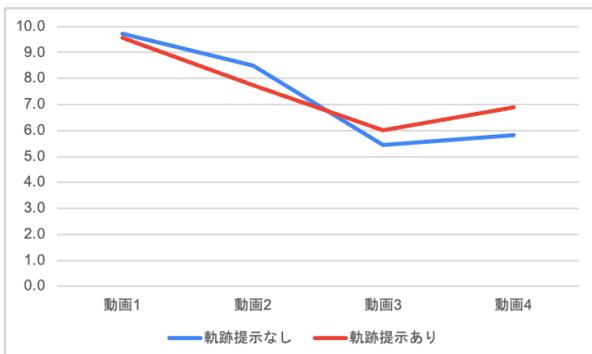


図7 客観評価アンケート（振り付けを覚えられているか）

図8（頭の動きが似ているか）、図9（胴体の動きが似ているか）、図10（腕の動きが似ているか）、図11（足の動きが似ているか）については、全ての動画において軌跡提示ありの評価値が高くなっていることがわかる。

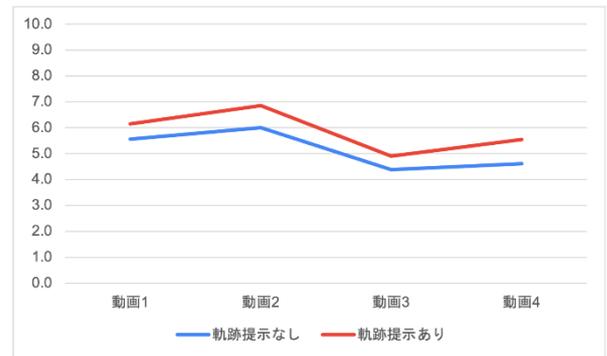


図8 客観評価アンケート（頭の動きが似ているか）

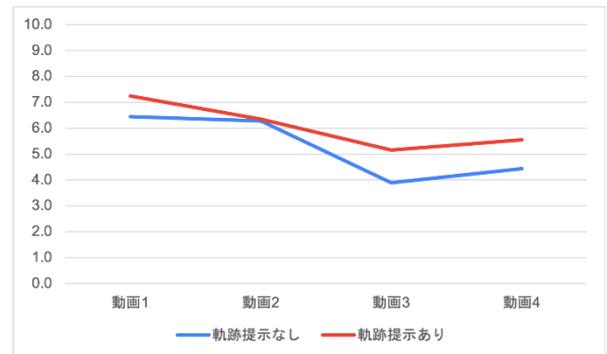


図9 客観評価アンケート（胴体の動きが似ているか）

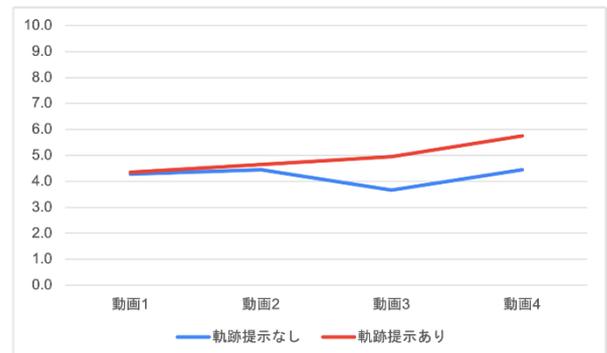


図10 客観評価アンケート（腕の動きが似ているか）

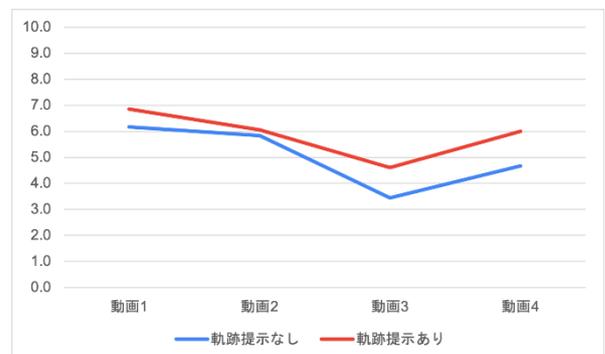


図11 客観評価アンケート（足の動きが似ているか）

図 5～11 全体を通して、動画 2 から動画 3 にかけて、図 8 の軌跡提示ありの場合以外の評価値は下がっていることが読み取れる。

## 5.2 主観評価アンケートの結果

主観評価アンケートの項目について各グループの平均点の推移を図 12, 13 に示す。ここで図の横軸はそれぞれの動画を、縦軸は主観評価の各々の値を示している。

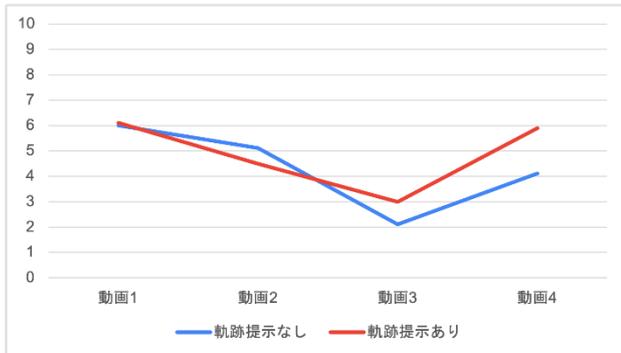


図 12 主観評価アンケート (上手く踊れたと思うか)

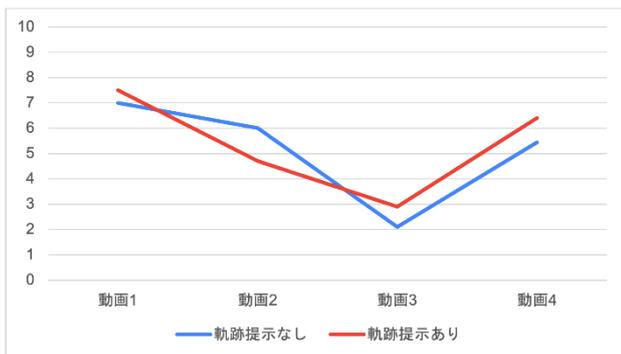


図 13 主観評価アンケート (振り付けが覚えやすかったか)

図 12, 13 を比較すると、それぞれのグラフの評価値の増減方向は同じである。また、動画 1 の評価値が全てのグラフで最大、動画 3 の評価値が全てのグラフで最小になっていることが読み取れる。図 12 の軌跡提示無しの場合と軌跡提示ありの場合を比較すると、動画 3 および 4 で軌跡提示ありの場合の方が高い評価値となっている。図 5 と図 12 を比較すると、客観評価と主観評価の値は近くないが、評価値の増減方向に関しては全て一致していることが読み取れる。

## 6. 考察

実験結果より、今回の実験では用意したダンス動画に難易度の差があったことが考えられる。実際、図 5 の客観評価と図 12 の主観評価より、いずれのグラフにおいても動画 1 の評価値が最も高く、動画 3 の評価値が最も低くなっ

ている。このことから、動画 1 が最も難易度が低く、動画 3 が最も難易度が高かったと考えられる。主観評価アンケートの自由記述でも動画 3 については難しかったという感想が多かった。難しかった要因としては、他の動画と異なり曲の裏拍を用いた箇所が目立った振り付けであったことが考えられる。実験に用いる動画を選定する際に振り付けの動きの難易度のみで判断していたことで、動画によって難易度の違いが出てしまった。この問題については今後実験を再設計する際に考慮する予定である。

手法の効果について、図 10 において動画 1, 2 においては軌跡提示なしと軌跡提示ありの場合で差が見られないが、動画 3, 4 においては軌跡提示ありの場合の方が高い評価値となっていた。先述の通り、動画 3 は最も難しい動画だったが、動画 2 から 3 にかけても軌跡提示ありの腕の評価値が上昇していることから軌跡提示の効果はあったと考えられる。これは、動画 1, 2 のときにはまだ手法の利用に慣れておらず、動画 3, 4 となるにつれ徐々に手法に慣れてきた可能性が考えられる。また慣れの効果だけでなく、動画 1, 2 と動画 3, 4 の振り付けの違いによって手法の効果が低かった可能性も考えられる。この軌跡が提示された動画で練習する際に慣れの影響があるのか、どのような振り付けの場合に手法の効果が出やすいのかについては今回の実験結果では明らかではないため、今後の実験でより詳しく調査を行う必要がある。

ダンスの客観評価において、表 3 に示すように各々の項目は差が出ていたものの、全体としては評価に差がなかった。このことから、各部位の評価値が高いことは全体の評価値に直接影響せず、それぞれの結びつきが全体の評価値に影響していると考えられる。剣持ら[23]はダンス評価時に注視している箇所について調査をし、頭部の次に腕が多く注視されていることを明らかにした。頭部は可動域が狭く複雑な動きが難しいため、人によって差が開きにくい、腕は可動域が広く、早い動きが可能であることから差が開きやすいと考えられる。また、他の部位の評価値と比較して腕の評価値は 1 ほど小さい値となっていたことから、評価者が重視していたことが考えられる。このことから腕の評価値は他の部位の評価値と比較して、全体の評価値に強く影響していると考えられる。今後は、全体の評価値と各部位の評価値の関係性について、評価時の視線計測や評価項目の見直しを行い調査する予定である。

## 7. おわりに

本研究では、ダンス初心者が動画から振り付けを覚える際に、振り付けの動きを理解することが難しいことに着目し、ユーザに動きの理解が難しい箇所の理解を促す手法を提案した。具体的には、動きの理解が難しい箇所として腕に着目し、見本とするダンス動画に手の軌跡を付与する手

法を提案した。また、軌跡が付与された動画を見て振り付けを覚える際に腕の動きの習得を促せるという仮説を立て、その有用性について実験により検証を行った。実験の結果、後半の2つの動画について、軌跡提示ありの手法の方が、評価値が高い結果となった。これは手法に対する慣れにより習得しやすくなったことと、ダンス動画が影響した可能性が考えられるため、今後の研究により検証予定である。一方、ダンスの客観評価において全体の評価に影響している要因としては各部位の結びつきや、腕の評価値が影響していることが明らかになった。

今後は、まず本研究の課題として残った提案手法の効果がにくい振り付けの特徴や、練習回数を重ねることによる慣れの調査を行う予定である。また、軌跡の提示方法に関して、軌跡の色や透明度、何フレーム分の軌跡を提示するのかなどについて、より理解を促せる提示を検討していく予定である。さらに、腕と他の部位では可動域が異なるため、腕以外の動きの理解を促すには軌跡以外の提示方法が適している可能性がある。こうした点についても今後検討する予定である。

## 参考文献

- [1] 濱野 智史. ニコニコ動画はいかなる点で特異なのか: 「擬似同期」「N次創作」「Fluxonomy (フラクソノミー)」。情報処理(情報処理学会誌). 2012, vol. 53, no. 5, p. 489-494.
- [2] Fujimoto, M., Tsukamoto, M. and Terada, T.. A Dance Training System that Maps Self-Images onto an Instruction Video. The Fifth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, 2012, p. 309-314.
- [3] Usui, Y., Sato, K. and Watabe, S.. Learning Hawaiian hula dance by using tablet computer. SIGGRAPH Asia 2015 Symposium on Education, 2015, no.6, p. 1-2.
- [4] Elsayed, H., Hoffmann, P., Günther, S., Schmitz, M., Weigel, M., Mühlhäuser and M, Müller, F.. CameraReady: Assessing the Influence of Display Types and Visualizations on Posture Guidance. Deigning Interactive Systems Conference, 2021, p. 1046-1055.
- [5] Kyan, M., Sun, G., Li, H., Zhong, L., Muneesawang, P., Dong, N., Elder, Bruce. and Guan, L.. An Approach to Ballet Dance Training through MS Kinect and Visualization in a CAVE Virtual Reality Environment. Transactions on Intelligent Systems and Technology, 2015, vol. 6, no. 23, p. 1-37.
- [6] Molina-Tanco, L., Garcia-Berdónés, C. and Reyes-Lecuona, A.. The Delay Mirror: A Technological Innovation Specific to the Dance Studio. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Movement Computing, 2017, no. 9, p. 1-6.
- [7] Anderson, F., Grossman, T., Matejka, J. and Fitzmaurice, G.. YouMove: enhancing movement training with an augmented reality mirror. Proceedings of the 26<sup>th</sup> annual ACM symposium on User interface software and technology, 2013, p. 311-320.
- [8] Raheb, K., Stergiou, M., Katifori, A. and Ioannidis, Y.. Dance Interactive Learning Systems: A Study on Interaction Workflow and Teaching Approaches. ACM Computing Surveys, vol. 52, no. 50, p. 1-37.
- [9] Senecal, S., Nijdam, N. A., Aristidou, A. and Magnenat-Thalmann, N.. Salsa dance learning evaluation and motion analysis in gamified virtual reality environment. Multimedia Tools and Applications, 2020, vol. 79, p. 24621-24643.
- [10] Yang, U. and Kim, G.. Implementation and Evaluation of “Just Follow Me”: An Immersive, VR-Based, Motion-Training System. Presence, 2002, vol.11, no.3, p. 304-323.
- [11] Nakamura, A., Tabata, S., Ueda, T., Kiyofuji, S. and Kuno, Y.. Dance training system with active vibro-devices and a mobile image display. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2005.
- [12] Grosshauser, T., Blasing, B., Spieth, C. and Hermann, T.. Wearable Sensor Based Real-Time Sonification of Motion and Foot Pressure in Dance Teaching and Training. Journal of the Audio Engineering Society, 2012, vol. 60, no. 7, p. 580-589.
- [13] Eaves, D. L., Breslin, G., Schalk, van. P., Robinson, E. and Separs, R. I.. The Short-Term Effects of Real-Time Virtual Reality Feedback on Motor Learning in Dance. Presence Teleoperators and Virtual Environments, 2011, vol. 20, no.1, p. 62-77.
- [14] 斎藤光, 徳久弘樹, 中村聡史, 小松孝徳. ダンス動画へのオノマトペ付与によるダンス習得促進手法. 情報処理学会研究会報告グループウェアとネットワークサービス (GN), 2020, vol. 2020-GN-109, no.33, p. 1-8.
- [15] Shimooka, H. and Umemura, K.. Trajectory Study of Ballroom Dance Using Millisecond Video Analysis. ISBS – Conference Proceedings Archive, 30 International Conference on Biomechanics in Sports, 2012, p. 335-338.
- [16] 小坂晋, 柴田傑, 玉本英夫, 桂博章, 横山洋之. 三味線演奏における基本動作習得のための特徴表示システムの提案. 情報科学技術フォーラム講演論文集, 2011, vol. 10, no. 4, p. 421-426.
- [17] Rivière, J. P., Alaoui, S. F., Caramiaux, B. and Mackay, W. E.. Capturing Movement Decomposition to Support Learning and Teaching in Contemporary Dance. Proceeding of the ACM on Human-Computer Interaction, vol. 3, no. 86, p. 1-22.
- [18] Alexiadis, DS., Kelly, P., Daras, P. and O’Connor, N. E.. Evaluating a dancer’s performance using kinect-based skeleton tracking. Proceeding of the 19th ACM international conference on Multimedia, 2011, p. 659-662.
- [19] Piana, S., Alborno, P., Niewiadomski, R., Mancini, M., Volpe, G. and Camurri, A. Movement Fluidity Analysis Based on Performance and Perception. Proceeding of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2016, p. 1629-1636.
- [20] Niewiadomski, R., Mancini, M., Piana, S., Alborno, P., Volpe, G. and Camurri, A. Low-intrusive recognition of expressive movement qualities. Proceedings of the 19th ACM International Conference on Multimodal Interaction, 2017, p. 230-237.
- [21] Furuichi S., Abe K., and Nakamura S.. The possibility of personality extraction using skeletal information in hip-hop dance by human or machine, 17th IFIP TC.13 International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 2019), Vol.11749, pp.511 - 519, 2019.
- [22] 土田修平, 深山寛, 濱崎雅弘, 後藤真孝. AIST Dance Video Database: ダンス情報処理研究のためのストリート ダンス動画データベース. 研究報告音楽情報科学 (MUS), 2020, vol. 2020-MUS-126, no. 9, p. 1-10.
- [23] 剣持若菜, 河瀬彰宏. ダンスの質的評価に関する視線の分析. エンタテインメントコンピューティング, 2021, vol.2021-EC-59, no. 40, p. 1-5.