

現代舞踊の振付学習における動作合成システムの活用

矢崎雄帆^{†1} 曾我麻佐子^{†1} 海野敏^{†2} 平山素子^{†3}

概要: 筆者らは、現代舞踊の創作支援を目的とし、タブレット上で3DCGを用いて振付動作をシミュレーションする“Body-part Motion Synthesis System”（以下「BMSS」）を開発している。本システムは学生が短時間使用した場合有用であることは確認されているが、一般の振付学習者に対してや長時間使用した場合において有用であるかは十分な検証を行っていなかった。そこで、一般のコンテンポラリーダンス学習者を対象とし、3日間に渡ってBMSSを段階的に使用し、最終的に作品の創作および実演を行ってもらう実験を行った。得られたアンケート結果から、振付学習におけるBMSSの有用性を評価した。その結果、短時間での実験では得られなかったシステムの使用性に対する問題や、使用可能な要素動作の不足、適切な動作の合成数と要素動作間の親和性などが新たに明らかになった。

キーワード: モーションデータ, 自動生成, 動作合成, 現代舞踊

Utilization of Body-part Motion Synthesis System in Learning Contemporary Dance Choreography

YUHO YAZAKI^{†1} ASAKO SOGA^{†1}
BIN UMINO^{†2} MOTOKO HIRAYAMA^{†3}

Abstract: We developed the Body-part Motion Synthesis System (BMSS), which simulates choreographies using 3DCG on a tablet to support the creation of contemporary dance works, and verified its usefulness for students over short periods. However, its usefulness for general learners over long periods remains insufficiently verified. We conducted an experiment where general contemporary dance learners stepwisely used BMSS for three days and then created and demonstrated their works on the last day. From questionnaire results, we verified the usefulness of BMSS in learning contemporary dance choreography.

Keywords: Motion data, Automatic composition, Motion synthesis, Contemporary dance

1. はじめに

筆者らはこれまでに、モーションキャプチャを利用してプロダンサーの舞踊動作から取得した3次元モーションデータ（以下「モーションデータ」）を蓄積し、これを芸術・教育活動に活用する研究を行ってきた。一連の研究にて「分析合成型振付」(analytic-synthetic choreography)と名付けた振付手法を開発し、この手法に基づき、振付シミュレーションシステム“Body-part Motion Synthesis System”（以下「BMSS」）を開発している[1,2]。BMSSはコンテンポラリーダンスの学習における創作支援を目的とした動作合成システムであり、モーションデータを自動的に組み合わせて新しい舞踊動作を生成するシステムである。

このBMSSについては、これまでに日英米の大学で舞踊学習を行っている学生延べ64名を協力者とし、BMSSを使用して約1時間で1分程度の振付を創作・実演してもらう評価実験を複数回行った。その結果から、コンテンポラ

リーダンスの創作支援におけるBMSSの有用性を確認している[3,4]。しかし、これらの評価実験では短時間で創作を行う場合の有用性しか評価することができておらず、また学生のみを対象としているため、実際の創作現場での活用を想定した場合の有用性は評価することができていない。

また、日英米のコンテンポラリーダンス振付家4人を協力者とし、BMSSを3週間貸し出して、システムの創作支援に対する有用性や使用感を評価してもらう評価実験も行った[5]。この実験でもシステムの有用性や学習支援に対する利用価値が実証されたが、実際にまとまった作品を創作していないため、システムがコンテンポラリーダンスの創作現場でどの程度活用できるのかという検証は十分に行うことができていない。

そこで、プロ・アマチュアを問わず一般のコンテンポラリーダンスの学習者を募集し、3日間に渡ってBMSSを段階的に使用してもらい、最終的にシステムを使用した作品創作およびその実演を行ってもらう実験を行った。本稿ではこの評価実験の概要と、得られたアンケート結果をもとにシステムの有用性についての考察を述べる。

^{†1} 龍谷大学 理工学部
Faculty of Science and Technology, Ryukoku University

^{†2} 東洋大学社会学部
Faculty of Sociology, Toyo University

^{†3} 筑波大学体育系
Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

2. 動作合成システム (BMSS) の概要

BMSS は舞踊創作の支援を目的に開発しているシステムであり、パソコンやタブレットの上で動作し、3DCG で舞踊動作をシミュレーションできるソフトウェアである。

BMSS では筆者らが分析合成型振付[6]と呼ぶ合成手法によって舞踊動作の合成を行う。分析合成型振付とは、モーションキャプチャを用いてプロダンサーの舞踊動作をモーションデータ化し、これを分析的に解体して複数の要素動作を用意し、再び組み合わせることで新奇な舞踊動作を合成する手法である。この合成された単一の短い舞踊動作をユニットと呼称する。さらに、ユーザは複数のユニットを連結することができ、ひとつながりの舞踊動作として再生・確認することができる。このユニットを連結した舞踊動作をシークエンスと呼称する。

BMSS の使用手順は、まず、システムにユニットをいくつも自動生成させ、そのうち気に入ったものを保存する。次に、ユーザが保存したユニットを手作業で選び、時系列に連結してシークエンスを作成・保存する。そして、複数のシークエンスをもとにして舞踊作品の創作を行う。

なお、BMSS の目的はあくまで創作支援であり、完成されたコンテンポラリーダンスの振付をシステム内で全て作成することは意図していない。BMSS がシミュレーションするシークエンスを作品化するためには、振付家が動きを取捨選択し、さらにダンサーへの振り移しにおいて動きを修正することが必要である。

3. BMSS を用いた振付学習実験

3.1 実験内容

一般の振付学習者に対する BMSS の有用性と、BMSS を長時間使用した場合の課題を検証するために、プロ・アマチュアを問わず一般のコンテンポラリーダンスの学習者を募集し、3日間に渡って BMSS を段階的に使用してもらったうえで、振付創作と実演を行ってもらう実験を行った。実験は、連続3日間、1回110分のワークショップの一部として行われた。

また、これまでの評価実験ではダンサー自身が作成したシークエンスをもとにし、音楽なしでの実演しか行っていない。そこで、今回の実験では、他者が作成した振付の実演や、自身の作品に音楽を選んで付けて実演する機会も設けた。3日間の実験内容を以下に示す。

(1) 1日目

事前に振付家が作成しておいたシークエンスを BMSS で確認できるようにしておき、これをもとに振り移しを行って、参加者にシステムの主旨を理解してもらった[6]。図1に1日目の実演風景を示す。その後、具体的に BMSS の操作方法を説明し、実際に操作をしながらシステムに慣れてもらった。ワークショップ終了後は、1日目の課題として、



図1 1日目の実演風景

Figure 1 Experiment scene on first day



図2 2日目の実演風景

Figure 2 Experiment scene on second day

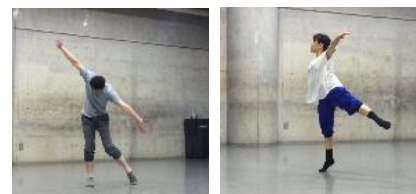


図3 3日目の実演風景

Figure 3 Experiment scene on third day

翌日までに1分程度のシークエンスを1つ以上作成してもらうように伝えた。

(2) 2日目

1日目に示した課題の発表として、参加者が作成してきたシークエンスを、本人以外の被験者によって実演してもらった。実演は、2~3人ずつで行った。図2に2日目の実演風景を示す。2日目の課題として、3日目に自身が実演を行うためのシークエンスを作成する課題を与えた。また、その際に使用する音楽を自身で選び、音源を持参するように伝えた。

(3) 3日目

参加者が作成してきたシークエンスを、1人ずつカメラの前で音楽と合わせて実演してもらった。図3に3日目の実演風景を示す。3日目終了後にはアンケート用紙を配布し、3日間の実験および BMSS についての項目に回答してもらった。

3.2 参加者と実験で使用したシステム

今回の実験の参加者は公募で行い、最終的に男性3名、女性13名の計16名の舞踊家の実験に参加した。このうち、14人が1~20年のコンテンポラリーダンスの舞踊経験があ



図4 実験で使用したシステム
 (左: タブレット, 右: スマートフォン)

Figure 4 Systems used in experiment

表1 BMSS4.1の動作対応表

Table 1 Correspondence table of motions used in BMSS 4.1.

動作項目		個数	
基本動作	Stand	24	86
	Move	18	
	Jump	11	
	Turn	10	
	Floor	23	
要素動作 (混合)		8	
要素動作 (置換)	Body	10	100
	Neck	10	
	L-Leg	26	
	Shoulders	8	
	Arms	46	
合計		194	

り, 10名が過去に振付の創作を行ったことがあった。また, 16名の他に1日目のみ, 2日目のみの参加者が8名いたが, アンケートは最終日まで参加した者のみを対象とした。

実験を行うにあたって, BMSSをインストールしたタブレットを16台(うちZenPad8.0: 10台, Nexus7: 6台)を用意した。さらに予備としてスマートフォンにBMSSをインストールしたものを3台, 計19台を用意した。図4は実験で使用したシステムの例である。

また, BMSSはこれまでに複数のバージョン[6]が存在しているが, 今回の実験では学生による評価実験およびプロの振付家による評価実験の結果を受けて改良が行われたBMSS4.1を使用した。表1にBMSS4.1に収録されている要素動作の数を示す。BMSS4.1では基本動作80個の中から選択した動作に対して, 6つのカテゴリに含まれる要素動作計108個のうち各カテゴリから1つずつ合成してユニットを作成することが可能である。その他の機能として, ユニットの編集や, カメラをキャラクタに追従させる機能などがある。

実験協力者が作成したシークエンスは外部ファイルと

して保存可能にしておき, 実験後にこれらを使用して分析が行えるようにしておいた。さらに, 以前の評価実験で振付家によって作成されたシークエンスのサンプルを実験協力者がBMSS内で確認できるようにしておいた。

4. アンケートによる評価

4.1 評価方法

評価実験で使用したアンケート用紙では, システムについて「創作支援」, 「技術向上」, 「動作理解・学習」の3項目について「とても有用」, 「ある程度有用」, 「改良すれば有用」, 「ある程度有用」, 「わからない」の5段階で評価してもらい, 自由記述で回答理由を記述してもらった。

さらに「システムが自動生成した動作について予想外の動きや目新しい動きがあったか」, 「実験を通してコンテンツポラリーダンスの振付について気づいたことや学んだことがあったか」, 「システムの良い点, 改善点」, 「ワークショップの感想」の項目に, 自由記述で回答してもらった。

4.2 結果と考察

図5に5段階評価の結果を示す。図5より, それぞれの項目について「ある程度有用」または「とても有用」と回答した被験者は「創作支援」では75.0%, 「技術向上」と「動作理解」では68.8%といずれの項目についても高い評価を得ることができている。ただし, 過去の評価実験で行った5段階評価の結果の総計と比較すると, 「技術向上」と「動作理解」についてはそれぞれ50.1%, 23.2%から向上しているのに対し, 「創作支援」では80.3%から下向している。この要因についても本稿で述べる。

4.2.1 創作支援に対する有用性

創作支援については「いろいろな振りがイメージできる」, 「考え方, 感じ方, 思想や身体性にくっついた癖を教えてくれる」といった肯定的意見が多く, 新たな創作を行う際の判断材料や資料として, システムがユーザに対して有効に働きかけていることがうかがえる。また, 「オフバランスの状態で足や手を動かす動きなど, 自然にやりづらい動きをカットしていたということに気づきました」といったように, システムがユーザに新たな気づきを与えたことを予想される意見も得られた。

一方で「改良すれば有用」と回答した被験者からは「創作になると自分なりの動きをはさみ込むので記憶が必要となる」, 「もう少しなめらかなシークエンスが出来ると有用かと思う」, 「ジャンプ, キック, ターンなどがもっとわかりやすく(見やすく)分類され, さらに細分化されると利用しやすい」といったように, システムの操作性に対する意見が多く寄せられた。

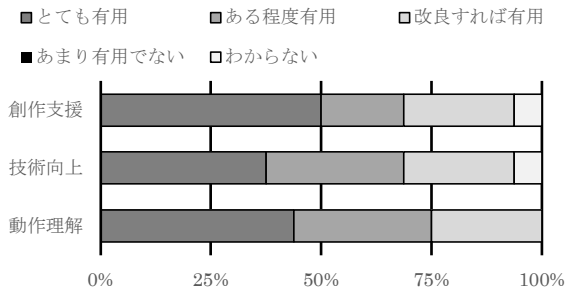


図5 5段階評価の結果

Figure 5 Results of five level evaluations

さらに、今回の実験では他の参加者が作成したシークエンスの実演を行ってもらったが、「どんな動きでも人それぞれの感触によって表現が変わることがよくわかった」、「同じソフトウェアで使う人が違うとこんなにも違うものかと思いました」などの意見から、システム内の限られた動作や同一ユニットからでもユーザによって異なる振付を見出せることが明らかになった。このことから、他者が作成したユニットやシークエンスを閲覧することで自身が使用していなかった動作の組み合わせや動作の解釈に気付くことができると考えられる。

しかし、現状のシステムでは手軽にユニットやシークエンスのデータをやり取りすることができない。今回の実験でも、他者のシークエンスを閲覧する際はデータを交換するのではなくタブレットの交換を行うことで対応している状況であった。そこで、ネットワークを介して手軽にデータのやり取りを行うことが可能になると、システムをより発展的なものにすることができると思われる。

4.2.2 動作理解に対する有用性

動作理解については「構造がわからない動きを何度も確認できる」、「スローに出来て、様々な角度から見られる」といった意見が多く見いだされた。一方で「アバターの動きはぎこちないので理解はしづらそう」という意見もあったものの、動作を3DCGで提示することの有効性は明らかである。さらに「振付をしたことのない者でもいろいろな動きのヒントを知ることが出来る」、「バレエなどしか学習していない場合でも目で理解できる」といった意見から、コンテンポラリーダンスに精通していない場合でもシステムを動作の辞書として利用することが可能であることが示唆されている。

4.2.3 技術向上に対する有用性

技術向上については「慣れない組み合わせや動きをする事がとてもいい」、「身体の使い方が理解できる」など肯定的な意見があった一方で、「動きを知ることは自分のネタになるが、それによって技術が向上するかは未知数」といったように疑問をもつ意見も多く得られた。これについては、他2つの項目よりも技術向上の項目で「とても有用」と回

基本動作：Walk, 合成数1 (Body)



基本動作：LockRL, 合成数2 (Neck, Arms)

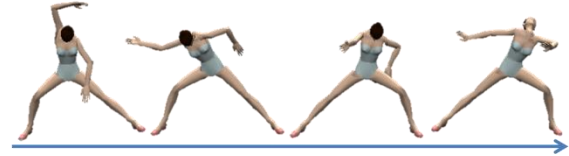


図6 作成されたユニットの例
Figure 6 Examples of created motions

答した被験者の割合が少ないことからその傾向がうかがえる。ただし、本システムは技術向上の支援を目的として開発されていないため、このような批判的な評価はある程度予見されていた。

また、「結局、本人の身体状況に落とさないとだめなので、技術というより発想と挑戦心に訴えかけてくる」といった意見から、創作に対する啓発としては有用なものの、BMSSを教本のように扱うことは難しいことが分かった。

5. 作成されたシークエンスの分析

5.1 対象とするデータ

回収したシークエンスデータからどのような動作がよく合成に使用されているかを分析した。今回の実験から得られたシークエンスデータは3日分をすべて合わせて104個であり、これらのデータに含まれていたユニットの総数は1244個であった。また、データには要素動作の合成タイミングや左右の反転処理の情報なども記録されているが、今回の分析ではユニットを構成する要素動作の構成のみを対象とした。

5.2 要素動作の使用頻度と使用率

データ群より、カテゴリごとの使用率を分析した。この使用率は1ユニットあたりに使用されているカテゴリごとの要素動作の割合を示す。分析結果を表2に示す。最も使用率の高かったカテゴリはArmsの46.7%であり、次いでNeckの24.6%、Bodyの24.0%であった。また、実際に使用されていたユニットのうち、動作の合成数が1個だった場合と2個だった場合の例を図6に示す。

他のカテゴリと比べ両腕を動かすArmsカテゴリの使用率が突出しているが、これには2つの要因が考えられる。1つ目は、Armsカテゴリに含まれる要素動作数が他のカテゴリに比べカテゴリよりも多いためである。これについては他のカテゴリの動作数を増加させることで使用率の偏りを緩和できる可能性がある。ただし、NeckやBodyなどはArmsに比べ関節数も少なく可動域も狭いことから要素動作に差

表 2 合成に使用された要素動作の使用率

Table 2 Utilization ratio of synthesized motions

カテゴリ名	使用率	使用率が高かった要素動作
Arms	46.7%	A_Hair, A_ElbowUp
Neck	24.6%	N_Round, N_Twist
Body	24.0%	B_ContractFast, B_SwingFB
Shoulders	19.5%	S_Shake, S_RollOut
L-Leg	15.9%	L_Developpe, L_KneesIO
Blend	15.7%	F_BendDown

表 3 合成に使用された基本動作の使用率

Table 3 Utilization ratio of base motions

基本動作名	使用率	基本動作のカテゴリ
Walk	6.4%	Move
LookRL	3.5%	Stand
SpiralTurn	3.3%	Turn
OffBalanceS	3.1%	Stand
SlapTurn	2.9%	Turn
WaveUp	2.8%	Stand
StansStill	2.6%	Stand
LegTouch	2.6%	Stand
OffBalanceF	2.3%	Stand
Crouch	2.3%	Stand

表 4 動作の合成数

Table 4 Number of synthesized motions

動作合成数	割合	多かったカテゴリの組合せ
0 個	27.6%	
1 個	24.2%	Arms
2 個	30.5%	Arms + Neck Arms + Shoulders
3 個	12.0%	Arms + Neck + Body Arms + Neck + Shoulders
4 個	3.8%	Arms + Neck + Body + Shoulders Arms + Neck + Body + L-Leg
5 個	1.4%	Arms + Neck + Body + Shoulders + L-Leg
6 個	0.5%	

異をつけづらいため、カテゴリに含まれる要素動作数に偏りが出てしまうことは避けられないと思われる。2つ目は、基本動作に含まれる要素動作の多くが立ち姿勢であることから、これらを基本動作とした場合は両腕がほぼ地面と干渉せず自由に動かせるため、図6の例のように動作を合成した際に自然な見た目になりやすいからだと考えられる。

Arms カテゴリと同様に、立ち姿勢の場合地面と干渉しない部位を動かす Neck, Body カテゴリの使用率が高い。一方、地面と干渉する左脚を動かす L-Leg カテゴリは、立ち姿勢の動作に合成すると身体のバランスが不自然になったり、身体が宙に浮き再現不可能な動作が生成されてしまったりするケースが多いことから、Neck や Shoulders カテゴリよりも含まれる要素動作数が2倍以上多いにも関わらず使用率が低い。これらのことから、生成結果が不自然にならないようにユーザが合成に採用する要素動作を意識的に制限していると思われる。

また、各カテゴリ内における要素動作ごとの使用率についても調査した結果、基本動作以外のカテゴリについては、差異はあるものの大きく突出したものは無かったのに対し

て、基本動作については前方に数歩進む動作である Walk のみが大きく突出していた。表3に使用率が高かった基本動作10個を示す。これについては、BMSS4.1に含まれる基本動作のうち、回転やステップをしながら移動するものが大半で、純粋な歩行による移動が Walk のみであったため、使用率が過度に集中してしまったと考えられる。

5.3 動作の合成数

1つのユニット内で合成されていた動作の数についての分析結果を表4に示す。動作合成数の平均は1.4個であり、最も割合が大きかった動作合成数は2個で30.5%であった。2番目に割合が大きかったものは、動作合成数が0個で27.6%存在し、その多くは基本動作が手足を大きく動かすものや地面に手を付けて行うアクロバティックなものなど、動作を合成する前から既に動きの激しいものであった。このように、動作を1~2個合成する場合は創作支援に対して有用であるといえるものの、3個以上動作を合成したユニットに関してはシークエンスへの採用率は軒並み低く、全く合成を行わない基本動作のみのユニットの方が採用率は高くなった。この要因について、基本動作自体にそのままシークエンスに採用できるような動作が多かったことも要因の1つであるが、元が単純な基本動作であっても合成数を増やすと難易度の高い動作や身体的に不可能な動作が生成されやすいためであると考えられる。

6. BMSS の課題

6.1 要素動作の個数と種類

データの分析結果より、合成結果が不自然になりにくい要素動作や移動に使用するための基本動作の不足が明らかになった。また、アンケートの自由記述からも「もっとバリエーションがあると良い」、「作れる基本となる動きを増やしてほしいと思った」など、要素動作のバリエーション不足を指摘する意見も得られている。

このような動作数の不足についての意見は今までの短時間で行う評価実験では動作数に関する意見は得られていなかったが、これは実験時間内に全ての要素動作を確認するだけの時間がなかったためであると考えられる。しかし、今回の実験では要素動作の組み合わせを試す時間が十分にあったことから、人によっては物足りなさを感じる場面が生じたと考えられる。

動作数の不足を補う方法として最も単純な解決方法は不足している要素動作を追加することであるが、単純に要素動作を増やすだけではユーザの細かい要望に対応することが難しく、結果として不足分を補うことができない場合があると考えられる。そのため、単純に要素動作を追加するだけでなく、既存の要素動作の詳細部分をユーザが編集して新規の要素動作として使用できるようにする手法をシステムに導入できると、ユーザの細かい要望にも対応でき

るようになり、動作不足の解消を間接的に解決できると思われる。

ただし、現状のシステムでは動作の合成時に合成する要素動作のカテゴリに応じた合成可否の判定を行っているものの、全ての動作を合成した後の姿勢については考慮できておらず、ユニット再生時に姿勢制御を行うこともしていないため、データの分析結果から得られたように、新規の要素動作をユーザが作成しても、それらを複数使用した合成結果が不自然であった場合、シーケンスへの採用率が低くなり、結果的に要素動作の選択の幅が狭まってしまう。ユーザが選択の幅を狭めず多様な動作を合成に採用できるようにするためには、ユニット再生時に姿勢が不自然であった場合に足の設置位置や重心位置などを動的に変更して自然な動作にするような機能が必要であると思われる。また、今回の実験ではコンテンポラリーダンスを専攻していないダンス学習者も参加しており、彼らからは「私はコンテンポラリーバレエとしてのコンテンポラリーダンスを目標にしているの、あまり無理な振付でなく、クラシックの動きを入れたユニットがほしいと思いました」といった意見もえられている。用途によってある程度規則に沿った動作生成ができるとよいと思われる。

移動に使用するための基本動作の不足については、データの分析結果から得られたように Walk に集中してしまっていた。これを解決するための手法としては、様々な方向へ移動する基本動作を追加することが最も単純であるが、ある程度移動方向を絞ったとしても移動用の動作だけで基本動作数が大幅に増加してしまう。また、シーケンスデータ内での Walk の使用方法を確認すると、振付の一部というより、主に動作の繋ぎや単純に立ち位置を変更する場面で多く使用されていた。そこで、シーケンス内でのユニット間の位置と移動を制御可能とする手法を実装することで、基本動作の数を余分に増やさず、ユーザの細かい要望にもこたえやすくなると思われる。

6.2 システムの改良

要素動作数以外の問題点として、アンケートの自由記述欄から、「3Dの動きなので何回も見ていればわかってくる、スタジオに行かなくても家で研究できる」といったように、動作の確認や振付の考察を行う際のシステムの手軽さを確認できる意見も得られたものの、「もう少し重さを軽くして頂けると、手で長時間でも持ててやりやすいと思った」といった意見があったことから、システムの携帯性に難があることがあると思われる。システムにはこれまでの短時間での実験でもタブレット端末を使用しているが、今回の実験では長時間持ち運びや手に持ったまま振付の考察を行う場面があったと考えられるため、軽量のタブレット端末であったとしても負担がかかってしまったと思われる。システムは図4のようにスマートフォンのような小型の端末でも動作するが、今回の実験ではこれを予備として使用して

いたことから分かるように、GUIが小型化し操作性、視認性ともに劣化してしまうため扱いはづらくなってしまふ。これを解決し、システムの携帯性を向上させるために、今後は小型端末向けの GUI を開発する必要があると考えられる。

7. おわりに

現代舞踊の創作支援を目的として開発した動作合成システム BMSS について、一般の振付学習者に対してや長時間使用した場合における有用性を検証するために実験を行った。実験では一般のコンテンポラリーダンス学習者を対象とし、3日間に渡って BMSS を段階的に使用し、最終的に作品の創作および実演を行ってもらった。この実験で得られたアンケート結果やシーケンスデータをもとに振付学習における BMSS の有用性についての考察を行った。その結果、短時間での実験では得られなかった、使用可能な要素動作の不足やシステムの使用性についての問題が新たに明らかになった。

謝辞 実験に協力いただいた方々に謝意を表す。モーションデータ収録にあたっては、神奈川工科大学映像スタジオをお借りした。なお、本研究の一部は、JSPS 科研費 15H02793 の助成によるものである。

参考文献

- [1] 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子. 動作合成システムとタブレット端末を用いた現代舞踊の創作支援. 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ (DCON), 2014, vol. 2, no. 2, pp. 10-19.
- [2] Asako, Soga, Bin, Umino, Yuhō, Yazaki, Motoko, Hirayama. Body-part Motion Synthesis System and its Evaluation for Discovery Learning of Dance. 2016, IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E99-D, no. 4, pp. 1024-1031.
- [3] 海野敏, 曾我麻佐子, 矢崎雄帆, 平山素子. モーションデータを用いた舞踊動作の合成原理とその応用—現代舞踊の振付学習における有用性. 情報処理学会人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, 2015, vol. 2015, no. 2, pp. 277-282.
- [4] 矢崎雄帆, 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子. 身体部位動作の自動合成システムを用いた現代舞踊の創作支援. NICOGRAPH2015 論文集, 8 pages.
- [5] 矢崎雄帆, 曾我麻佐子, 海野敏, 平山素子. 現代舞踊の創作支援を目的とした動作合成システム—振付フレーズの自動生成手法. 情報処理学会人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, 2016, vol. 2016, no. 2, pp. 165-170.
- [6] 海野敏, 曾我麻佐子, 矢崎雄帆, 平山素子. 振付シミュレーションシステムを用いた現代舞踊の実演指導. 情報処理学会人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, 2017, vol. 2017, pp. 185-190.