

タブレット端末を用いたダンス創作支援のための動作合成システム A Motion Synthesis System with a Tablet for Supporting Dance Creation

曾我 麻佐子[†] 海野 敏[‡] 平山 素子^{*}
Asako Soga[†] Bin Umino[‡] Motoko Hirayama^{*}

1. はじめに

近年、モーションキャプチャ技術の発展により人体動作を3次元CG(以下、3DCG)アニメーションで表現することが容易となった。また、タブレット端末の普及とともにタブレット端末上で表示可能なCGコンテンツが増加している。本研究の目的はモーションデータを用いてダンスの振付創作を支援することである。本論文では、タブレット端末と3DCGを用いた動作合成システムについて述べる。

筆者らは、舞踊の3Dモーションデータを大量に蓄積し、芸術や教育に活用するための研究を行っている。一連の研究では、まずダンスを基本的な要素動作に分解した上で、プロダンサーの実演によりモーションキャプチャで要素動作を収録し、これらを組み合わせる新しい振付を作成するシステムの開発を継続して行っている[1]。作成したシステムを用いて実際に振付を創作してもらい、実演してもらう実験を複数回行っている。

近年では、コンテンポラリーダンスを対象とし、ダンスの振付創作に焦点を当てて、コンピュータを用いた振付創作トレーニングの有用性を評価している。これまでに、全身の短い動作を時系列に並べて振付シーケンスを創作する実験[2]と、身体部位動作を組み合わせる全身の振付を創作する実験[3]を行っている。3DCGにおけるダンスの表現はイメージやニュアンスが不足するが、それゆえにユーザがシステムを用いて動きの強弱や硬軟、軽量などの動きの質感を工夫しやすいという利点がある。

先の評価実験では、振付創作支援システムとしての実用性はある程度確認できたものの、動作はあらかじめ用意した振付の組合せでしか作成できないため、創作できる振付に限界があった。また、PC上で動作するシステムであるため、実際のダンス創作現場での使用は難しいという問題があった。

そこで本研究では、近年普及し始めたタブレット端末を用いて複数の振付動作を選択し、リアルタイムに動作を合成するシステムを開発した。タブレット端末を用いることにより持ち運びが自由となり、さらに、タッチ操作を導入することで、簡単な操作で直感的に振付を作成することが可能となる。また、作成できる振付のバリエーションを増加させるため、身体部位を細かく分割し、合成手法として、従来の身体部位動作の差し替えに加えて、複数の動作の混ぜ合わせを可能にした。開発したシステムを用いて実際に振付を創作してもらい、実演してもらう実験を行った。

以下の章では、タブレット端末を用いたダンス創作支援のための動作合成システムとその評価について述べる。

[†] 龍谷大学 Ryukoku University

[‡] 東洋大学 Toyo University

^{*} 筑波大学 University of Tsukuba

2. 関連研究

ダンスに関するシステム開発の研究では、学習支援を目的としたものが多い。例えば、モーションキャプチャを利用してあらかじめ取得しておいたプロのダンサーのモーションと自分のモーションを比較し、動きを学習する研究が行われている[4][5][6]。特に、近年ではMicrosoft Kinectの登場により、Kinectを用いたダンス学習支援システムが市販されている[7]。本研究では、振付の創作に着目し、動作の学習だけでなく創作における新しい発想を支援するシステムの開発を目指している。

短い動作を組み合わせる振付を作成するシステムとして、映像編集ソフトのようなGUIベースのもの[8]や、タンジブルインタフェースを導入したもの[9]が開発されている。これらは、振付をある程度組み合わせるから再生するものである。これらに対し、本システムは、ユーザが好きなタイミングで振付を組み合わせることができ、リアルタイムに結果を確認することができる。さらに、合成できる身体部位が細かいため、様々なバリエーションを作成することができる。また、舞踊譜の入力によりダンスを作成するもの[10]もあるが、本研究では特別な知識を必要とせず、短い動きの組合せで振付を作成することを目指している。

タブレット端末などのタッチ操作に対応したシステムとして、キャラクターの姿勢をタッチ操作で変更できるシステム[11]や、タッチ操作によってあらかじめ用意したアニメーションを再生するシステム[12]も報告されている。本研究は、マルチタッチなどの複雑なタッチ操作に対応している点や、タッチ操作からダンスのモーションを選択できる点、振付創作支援を目的としている点において異なっている。

3. システム概要

本システムは、ダンスの創作支援を目的としたものであり、あらかじめ用意した短い振付の動作クリップを選択し、振付合成を行う。図1は開発したシステムの実行画面と操作イメージの図である。

動作の合成手法として全身動作の混ぜ合わせと身体部位動作の差し替えが可能である。動作を合成するタイミングはユーザの任意で決められ、振付の合成結果は、3DCGアニメーションでリアルタイムに表示される。したがって、組合せやタイミング次第で動きの異なる様々なバリエーションを作成することができる。

システムの特徴として、タブレット端末のタッチ操作により、合成に用いる一部の動作を選択できる点が挙げられる。タブレット端末は携帯性に優れているため、好きな場所に持ち運び、ユーザは実際に身体を動かしながらシステムを操作することもできる。

本システムのユーザは、振付家やダンサーを対象としている。ユーザはシステムを用いてダンスの振付を考え、



図1 システムの実行画面と操作イメージ

作成した動作を参考にダンスの振付創作を行う。振付創作のきっかけを与えることが目的であるため、ユーザは3DCG キャラクタの動きを完全に再現する必要はない。実際にダンスを行うには難しい動きであっても、そこから新しい発想や面白い動きを見つけてユーザに工夫を凝らしてもらい、振付を創作していくことを想定している。

4. 動作合成手法

4.1 合成に用いる振付動作と身体部位

本システムで用いる振付の人体アニメーションは、光学式モーションキャプチャを用いてプロのダンサーから取得したコンテンポラリーダンスのデータを使用する。モーションデータは、HumanoidRoot（腰）をルートとした骨格構造を持ち、1点の位置情報と20点の角度情報で記述されている。これまでにモーションアーカイブに収録した要素動作は128個であり、3秒から8秒の短い動作クリップとして用意している。

本システムでは、タブレット端末での一覧性と、効率的な振付バリエーション生成を考慮し、40個の動作クリップに厳選した。振付動作の種類と個数を表1に示す。振付動作は、Base、Blend、Addの三つの項目に分けて用意した。Baseは基本となる全身動作で、最初に選択して再生する。Blendは、Baseの動作に混ぜ合わせることが可能な全身の動作である。Addは差し替えが可能な身体部位の動作である。差し替えが可能な身体部位は、Arms（両腕）、Shoulders（両肩ただし肩のみ）、L-Leg（左脚）、Neck（首から上）、Body（上体）である。なお、本システムは右脚の動作の差し替えにも対応しているが、不可能な動作生成を抑制し、短時間で効率的な振付創作を可能にするため、今回は片脚（左脚）のみを差し替え可能とした。本システムにおける人体モデルの階層構造と差し替え可能な身体部位を図2に示す。

4.2 Addによる動作合成

Add項目の動作は、特定の身体部位の動作を異なる振付動作に差し替えることができる。例えば、Neckの場合、図2に示す階層構造において、vc4より下位の関節の動作

表1 振付動作の種類と個数

動作項目		個数	
Base		10個	
Blend		6個	
Add	Body	5個	24個
	Neck	3個	
	L-Leg	5個	
	Shoulders	3個	
	Arms	8個	

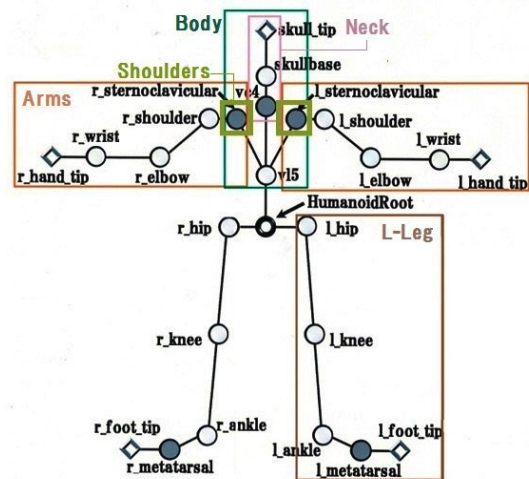


図2 人体の関節と部位

を差し替える。図3は、Add動作の合成例として、両腕の動作の差し替えを示したものである。

差し替えの際には、先に合成した動作が消えてしまわないように優先度を設定している。各身体部位の優先度を表2に示す。値が大きい方が優先度は高く、各関節において、優先度が高い動作を優先して再生する。例えば、Bodyの動作でNeck部位の動作を含むものやArmsの動作でShoulders部位の動作を含むものがあるが、Neck（優先度10）の動作やShoulders（優先度10）の動作が再生中のときにBody（優先度1）の動作やArms（優先度5）の動作を選択した場合、Bodyの動作に含まれるNeck部位の動作やArmsの動作に含まれるShoulders部位の動作は再生しないようにし、先に合成したShouldersの動作とNeckの動作を優先して再生する。

4.3 Blendによる動作合成

Blend項目の動作はBase項目の動作に混ぜ合わせることが可能な全身動作である。Baseの動作とBlendの動作の各関節の移動情報と角度情報をクォータニオンで加算することで動作の合成を行う。この手法は、身体部位を差し替えるだけでは不自然な動作や、全身の移動情報が含まれる腰の動作に対して有効である。

Blend動作の合成例を図4に示す。屈伸する動作に腰を回す動作を混ぜ合わせることで、腰を回しながら屈伸する振付動作を作成することができる。本システムでは、

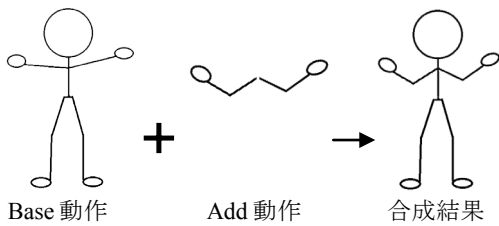


図 3 Add による動作合成の例

表 2 Add における優先度

優先度	動作項目
10	Neck
10	Shoulders
5	Arms
5	L-Leg
1	Body

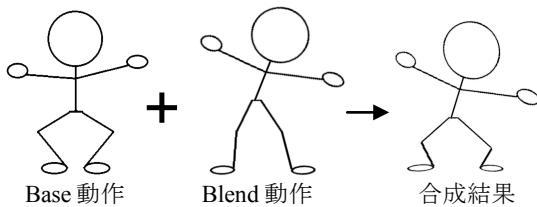


図 4 Blend による動作合成の例

Base の動作を 100%, Blend の動作を 100% の割合で加算しているが, Blend の動作に関しては加算の割合の調節が可能である。

5. タッチ操作と認識手法

5.1 タッチ操作の割り当て

本システムは合成に用いる一部の動作をタッチ操作で選択することができる。例えばダンサーの 3DCG キャラクターの胴体を上下左右の各方向へフリック（画面上をタッチしながら移動させる）することで JumpUp（上方向）、BendDown（下方向）、JumpPivot（右方向）、JumpJete（左方向）の動作を選択することができる。さらに、斜め方向にフリックすることで二方向の動作を同時に混ぜ合わせることもできる。

現在のところ、タッチ操作を行う対象とタッチ操作の種類組み合わせによって、19 種類の動作を割り当てている。表 3 にタッチ操作と合成する動作の割り当て例を示す。操作と動作の対応がイメージしやすいように、身体部位付近でタッチ操作を行い、画面を操作する方向と CG キャラクターが動く方向なるべく同じ向きに対応するように割り当てている。例えば、図 5 に示すように両腕付近を水平方向にピンチイン（2 本の指を用いてつまむように動かす）することで、両腕を身体の前で交差させる CrossFront という動作が選択できる。

表 3 タッチ操作と動作の割り当て

動作項目	タッチ操作	合成する動作
Blend	フリック（上）	JumpUp
Neck	ダブルタップ	Down
Arms	2 本指で上にドラッグ	RaiseUp
Arms	水平にピンチイン	CorssFront
Shoulder	ロングプレス	UpDown
L-Leg	フリック（右）	LegShake
L-Leg	ダブルタップ	LegRound

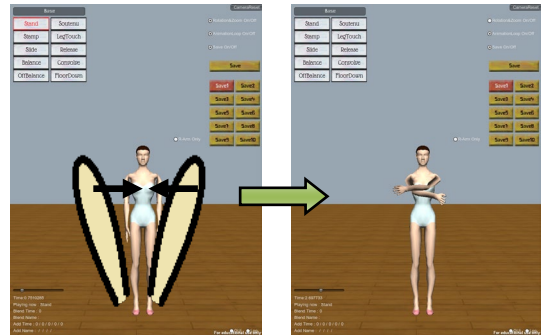


図 5 ピンチインによる操作の例

5.2 身体部位の判別

ユーザがタブレットの画面をタッチする位置に応じて選択する身体部位の判別を行う。これを実現するため、キャラクターの各身体部位には、コライダー（衝突判定）を付加した不可視のオブジェクトが設置されており、キャラクターの身体部位付近のタッチ操作を認識できるようにしている。タッチ操作時には画面に触れた位置と画面から指を離れた位置からレイと呼ばれる見えない光線を飛ばす。コライダーを設定したオブジェクトにレイを衝突させることで衝突したオブジェクトの名前を取得し、3D 空間内のオブジェクトを認識できる。図 6 にタッチ操作の判別領域を示す。図中の半透明の部分はコライダーを付加したオブジェクトであり、各身体部位を選択するためにタッチ操作を行う領域を示している。

5.3 タッチ操作の認識

本システムでは、まずはタッチ数を取得し、その後、以下の 7 種類のタッチ操作を識別する。

5.3.1 タップ・ダブルタップの認識

タップ（画面をタッチする）はタッチ数のみで認識する。タッチ数が 1 回るときはタップ、2 回以上るときはダブルタップとして認識する。

5.3.2 ロングプレスの認識

画面に指が触れた時間と画面から指を離れた時間を取得する。画面から指を離れた時間から画面に指が触れた時間を減算することで時間差を算出し、値が 3.0 秒以上のときにロングプレス（タッチの長押し）と認識する。

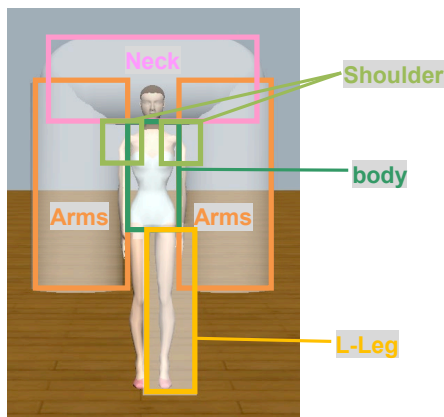


図6 タッチ操作の判別領域

5.3.3 ドラッグ・フリックの認識

画面に指が触れたときの X 座標と Y 座標の位置と画面から指を離れたときの X 座標と Y 座標の位置を取得し、この 2 つの値を引いて距離を取得する。上下は Y 座標の距離が正であれば上と認識し、負であれば下と認識する。左右は X 座標の距離が正であれば右と認識し、負であれば左と認識する。また、2 つの値の距離の絶対値が一定以上でない場合はドラッグやフリックとは認識しない。フリックの場合は、ロングプレスと同様に画面に指が触れた時間と画面から指を離れた時間から時間差を取得し、0.5 秒未満のときフリックと認識し、0.5 秒以上のときは認識しない。

5.3.4 ピンチイン・ピンチアウトの認識

2 本の指の情報を取得し、各々の移動距離を算出する。1 本目の指が触れたときの X 座標と Y 座標の位置と画面から指を離れたときの X 座標と Y 座標の位置を取得し、離れた位置と触れた位置の値を引いて各々の移動距離を取得する。同様に、2 本目の指の移動距離も取得する。2 本目の指が画面に触れたとき、1 本目の指と 2 本目の指の X 座標または Y 座標を比較し、値の大小から 2 点の位置関係を求める。画面から指を離れたときに値が小さい方が正に移動し、値が大きい方が負に移動すればピンチインと認識する。逆に、画面から指を離れたときに値が小さい方が負に移動し、値が大きい方が正に移動すればピンチアウトと認識する。

6. 動作合成システム

6.1 システム構成

図 7 にシステムの構成図を示す。開発環境には、Mac OS X と Unity3.5, Xcode を使用し、デバイスには iPad2 を使用する。本システムの制御は主に動作・GUI 表示の制御部とマルチタッチ制御部の 2 つに分けられる。動作・GUI 表示の制御部では、ボタンやトグルなどの GUI の部品を制御する。ボタンが押された際には、Base, Blend, Add に対応したキャラクターの動作の合成制御や再生のための制御が処理される。

マルチタッチ制御部では、カメラの視点変更や動作の合成の制御を行う。スクリーンに触れている指の本数や移動距離などを取得してタッチ操作の判別を行う。

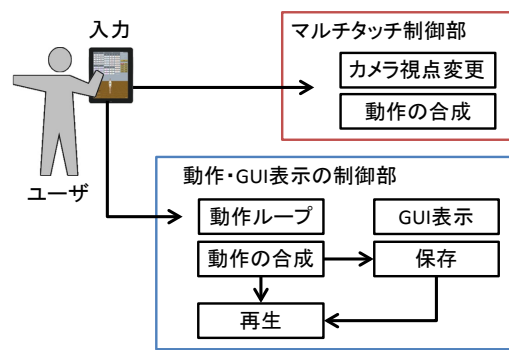


図7 システム構成

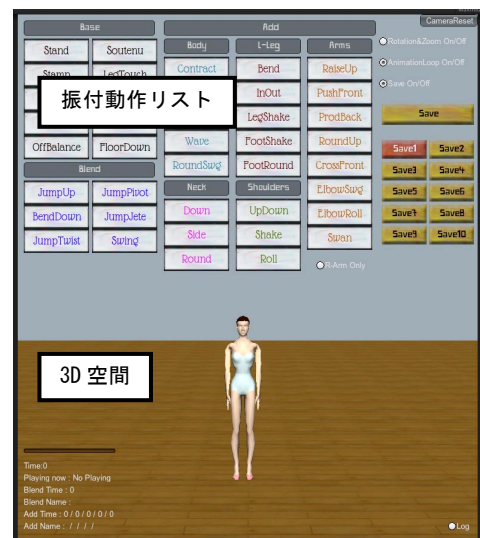


図8 振付合成システムの GUI

6.2 ユーザインタフェースと機能

本システムは、タブレット端末上で動作し、画面上の GUI とタッチ入力によって操作する。図 8 に本システムの GUI を示す[13]。3D 空間にダンサーの 3D キャラクタを配置し、その上に操作用のボタンを重ねて表示している。

画面左下にはスライダーを表示している。このスライダーは Base の動作の再生時間をリアルタイムに示し、スライダーの真下に表示されている Time の値は実際の経過時間を秒で表したものである。また、その下には選択した Base, Blend, Add の動作名称と Blend と Add を選択した際の Time の時刻が項目ごとに表示される。

操作方法は、まず振付動作リストの Base から基本動作を選択して再生し、その後、好きなタイミングで Blend または Add の動作を選択することで振付を合成する。合成結果は、ダンサーの 3D キャラクタにリアルタイムに反映される。Add で選択可能な動作は身体部位ごとに分けて表示されており、各身体部位につき一つずつ選択することができる。

3D 空間の視点変更は、ドラッグによる回転と、ピンチイン・ピンチアウトによる拡大縮小が可能である。他の機能として、ループ再生、作成した振付動作の保存、再生速度の変更、ログの記録などを実装している。

6.3 実行結果

本システムを用いた動作合成の例を図9と図10に示す。図9は、片足バランス (Balance) を基本動作とし、これに垂直ジャンプ (JumpUp) を混ぜ合わせ、両腕を白鳥のような動作 (Swan) に差し替えた結果を示している。図10は、踏み込み (Stamp) を基本動作とし、これに上体を回転させる動作 (RoundSwg) と両腕を前に突く動作 (PushFront) と首を回す動作 (Round) を差し替えた結果を示している。



図9 振付合成例(1)



図10 振付合成例(2)

7. 評価実験

7.1 実験方法

開発した動作合成システムがコンテンポラリーダンスの振付創作の支援に有用であるか評価するためにダンス経験者10名による評価実験を行った。被験者は、大学で舞踊研究を専攻しているコンテンポラリーダンス経験者の大学院生及び学部生であり、女性9名、男性1名である。コンテンポラリーダンス以外のダンスも含めた場合の被験者のダンス歴は最短4年から最長20年であった。被験者には実際にシステムを用いて振付を作成してもらい、実演してもらった。その後、質問紙による調査を行った。自由記述形式の質問項目は以下の4つである。

- ① 動作合成システムの機能で作成された予想外の動作
- ② タッチ操作に対応して割り当てたらよいと思う動作や機能
- ③ 動作合成システムの評価、改良が望まれる点
- ④ 実験を通してコンテンポラリーダンスの振付について学んだこと

7.2 結果と考察

①予想外に作成された動作として、「LegTouchとSwanで優美な動き、白鳥らしさが増す動きになると感じた」や「SoutenuしながらElbowRollという動きは普段の自分では出てこない組み合わせであった」といったコメントを得た。新しい振付を着想させるというシステムの意図通りの学習効果があった。

②タッチ操作に関する意見としては、「円を描くとターンロール」、「部位ごとによるSpeedの変更」、「指スライドで人の移動」などの操作方法の提案と、「自分の関節の可動域を設定できる」といった設定に関する操作の意見を得ることができた。

③動作合成システムの改良が望まれる点では、「一連の動きを滑らかに再生できる機能」が欲しいという意見が複数の被験者から得られた。また、「力を入れるべき部分の色が変わるなど明らかになるとどう動いたらよいか学びやすい」、「骨が踊っているものも見られると良い」という意見が得られ、身体の使い方や強調など、3DCGによる表現について、改良の余地があると思われる。しかし、「普通の人間にはできないことをやってのけてくれるので新たな動きのヒントとなる期待が持てる」と言った意見が出るなど、3DCGキャラクタで動きを再現することの有効性も挙げられている。

また、システムの機能面の他に動作の種類が少ないという意見があった。今回は、短時間の実験を行うため被験者が動作の選択に困らず、合成結果も分かりやすい動作クリップを選択した。そのため、システムに入れなかった床の動作や全身動作に関してはさらに動作を増やしていくことが可能である。

④振付について学習した点については、「一見奇妙な動きの組み合わせが、実際に踊ると、間合いの変化等によってとてもおもしろい動きになる」や「組み合わせによって新しい動きはいくらでも生まれる」という意見に代表されるように、被験者は本システムの操作を通じて、システムが提起している要素動作合成型の振付手法を直観的に理解できていることが分かった。

8. 本システムによるダンス創作支援の意義

実験の結果に基づいて、本システムを用いたコンテンポラリーダンスの振付創作支援の意義について考察する。コンテンポラリーダンスの学習・教育のために、要素動作合成型の振付手法をコンピュータで支援する意義については、すでにいくつかの論文で詳述した通りである[2][3]。ここでは、筆者らが過去に開発したシステムとの差異に注目し、(1)身体部位ごとの動作を合成できることの意義と、(2)タブレット端末で実現することの意義について述べる。

まず、以前より詳細な身体部位ごとの動作を合成できるようになったことで、振付のバリエーションが大きく広がったことは、コンテンポラリーダンスという舞踊ジャンルの特徴ゆえに重要である。なぜならコンテンポラリーダンスは、バレエやフラメンコなどと異なり、定型的な様式にこだわらないこと、新奇な動きを追求することを本質的な特徴とするからである。

実際、これまでに行った過去2回の実験[2][3]と比較し、作成された振付は複雑で予想外の面白い動きを豊富に出すことができた。動作の混ぜ合わせにより、創作可能な振付バリエーションが増加したと考えられる。

ただし、身体動作として不可能な動作が生成されることもあり、「人間が可能な動きなのか分からないまま実

行に移すと危険な気がする」という意見も得られた。今回のように、ある程度舞踊の知識がある被験者であれば、自身で実演可能な動作として解釈して実演することができるが、初心者や子供向けのシステムへ発展させる場合には、可動域や身体負荷なども考慮する必要がある。

次に、タブレット端末でシステムを実現したことで、システムが身体との親和性を強めたことは、そもそもダンス創作という行為の特徴ゆえに重要である。なぜならダンスの振付は、道具や機械を利用する場合でも、ダンサーの身体に直接的に働きかけて作業することを本質的な特徴とするからである。

実験の結果、過去に開発したノート PC 上のシステムと比較して、iPad の導入によって2つの点でシステムと身体の親和性が強まった。第1は、システムで作った振付をダンサーが試演して記憶するとき、踊っている場所で3DCGアニメーションを再生できるようになった点である。過去の実験では、被験者はスタジオの一角でノート PC の画面を眺め、少し離れた場所で試演していた。今回は踊っている床に iPad を置いて画面を見たり、iPad を片手に持ったままダンスをしたりすることで、身体の動きを不必要に中断させることなく試演できるようになった。

第2は、動作合成のインタフェースとして、タップやフリックなどのタッチ操作を導入した点である。過去のシステムがノート PC のキーボードとマウスを用いて操作していたのに比較して、今回の iPad は、指先で画面をなぞる、叩くという直感的な操作を特徴とする。実験でも、わずか10分間足らずの操作説明で被験者全員がシステムの操作を覚えることができた。ダンスの振付という身体に直接的に働きかける作業にとっては、タブレット端末のインタフェースは優位性がある。

9. まとめ

本研究では、タブレット端末を用いて、ダンスの振付要素となる短い動作を選択し、その動作を合成した結果を3DCGアニメーションでリアルタイムに表示するシステムを開発した。

本システムの有用性を評価するために、大学で舞踊研究を専攻しているダンス経験者10名を被験者として評価実験を行った。被験者に本システムを利用した振付創作を行ってもらい、その振付を実演してもらった。実演後の質問紙による調査の結果、既成概念が取り払われて創造力やアイデアがわくといった意見が多く得られた。特に新しい振付の発想や意外性のある動きの創出ができるといった意見が多く得られた。

本システムは、コンテンポラリーダンスの学習・教育で要素動作合成型の振付手法を支援するという点で、筆者らが過去に開発したシステムと同様に意義のあるものである。さらに、今回は詳細な身体部位の動作合成に対応し、動作の混ぜ合わせができる機能を付加したことと、タブレット端末で実現したことによって、コンテンポラリーダンスの創作支援のためのシステムとして有用性を高めたことを実験により確認することができた。

今後の課題としては、力の入れどころや身体の使い方がわかるように、主にCG表現についてシステムを改良する必要があると思われる。また、iPad における操作方

法をより検討して、少ない画面情報でマルチタッチを利用した新しく簡単な操作が可能なシステムを提案していきたい。

謝辞

システム開発に協力頂いた松本早紀子氏、評価実験に協力いただいた筑波大学の方々に謝意を表す。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。モーションデータ収録に協力いただいた小島一成氏にも謝意を表す。なお、本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)の助成によるものである。

参考文献

- [1] 曾我 麻佐子, 海野 敏, 安田 孝美, “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, Vol.44, No.2, pp.227-234(2003).
- [2] 曾我 麻佐子, 海野 敏, 平山 素子, “モーションアーカイブと 3DCG を用いたコンテンポラリーダンスの創作実験”, 映像情報メディア学会誌, Vol.66, No.12, pp.J539-J545(2012).
- [3] 海野 敏, 曾我 麻佐子, 河野 良之, 平山 素子, “舞踊教育における発見的学習支援システム—モーションデータを用いた動作合成による振付創作の学習効果—”, 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, Vol.2011, No.18, pp.199-204(2011).
- [4] 松本 奈緒, 三浦 武, 海賀 孝明, 柴田 傑, 齋藤 龍一, 桂 博章, 玉本 英夫, “秋田の盆踊りの学習におけるデジタルコンテンツを用いた学習支援の効果と限界—モーションキャプチャ技術を応用した学習支援装置作成の試み—”, 舞踊学, Vol.34, pp.1-10(2012).
- [5] 柴田 傑, 玉本 英夫, 松本 奈緒, 三浦 武, 横山 洋之, “モーションキャプチャと VR 技術を用いた舞踊教育支援システム”, 第10回情報科学技術フォーラム講演論文集, pp.763-764(2011).
- [6] 田中 佑典, 齋藤 剛, “モーションキャプチャを用いたダンス上達支援システムの開発”, 情報処理学会第75回全国大会講演論文集, pp.4-225 - 4-226(2013).
- [7] Ubisoft, “The Black Eyed Peas Experience” (2011)
- [8] 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, Vol.41, No.10, pp.2873-2880(2000).
- [9] Takumi Shirokura, Daisuke Sakamoto, Yuta Sugiura, Tetsuo Ono, Masahiko Inami, and Takeo Igarashi, “RoboJockey: Real-time, Simultaneous, and Continuous Creation of Robot Actions for Everyone”, Proc. of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, pp.53-56(2010).
- [10] Worawat Choensawat and Kozaburo Hachimura, “Autonomous Dance Avatar for Generating Stylized Dance Motion from Simple Dance Notations”, The Journal of the Institute of Image Electronics Engineers of Japan, Vol.41, No.4, pp.366-370(2012).
- [11] 尾下 真樹, “マルチタッチを用いたキャラクタの操作インタフェース”, Visual Computing/グラフィックスと CAD 合同シンポジウム 2010 予稿集, pp.133-138(2010).
- [12] 古川 真行, 福元 伸也, 赤木 康宏, 川崎 洋, 河合 由起子, “タッチインタフェースによるインタラクティブな 3D アニメーションシステムの提案”, インタラクティブ 2013 論文集, pp.261-266(2013).
- [13] 松本 早紀子, 曾我 麻佐子, “タブレット端末と 3DCG を用いたダンス振付合成システム”, インタラクティブ 2013 論文集, pp.707-708(2013).