

モーションデータを活用したヒップホップダンスの 多角的学習支援

曾我 麻佐子, 治武 恭介
龍谷大学 理工学部

海野 敏
東洋大学 社会学部

本研究では、ヒップホップダンスの学習を多角的に支援する複数のシステムを開発した。これらのシステムでは、ヒップホップダンスの学習支援を“ダンスシークエンスの自動振付”と“振付特性の可視化”という2つの側面から実現している。自動振付は、ユーザが入力したステップ3個と振付構成の難易度を基に振付を生成する。振付の難易度は、ステップ自体の難易度、ステップの反復回数および左右反転回数をを用いて評価する。振付特性の可視化は、時間特性としてのカウント、空間特性としての身体部位の移動方向や手の軌跡、質的特性としてのステップの質感などの学習支援要素を、オノマトペやCGオブジェクトを用いて可視化し、人体CGキャラクタの周囲に表示する。システムの評価実験により、学習支援システムとしての有効性と課題が明らかになった。

Multi-support Systems for Hip-hop Dance Training using Motion Data

Asako Soga, Kyosuke Jimu
Faculty of Science and Technology
Ryukoku University

Bin Umino
Faculty of Sociology
Toyo University

We have developed multi-support systems for hip-hop dance training. These systems break down the learning of hip-hop dance into “automatic composition of dance sequences” and “visualization of choreographic characteristics.” In automatic composition, the choreographies are generated based on the difficulty of the sequence structure and three dance steps specified by the user. The difficulty of choreographies are evaluated from the difficulty of each step, the number of repetitions, and the number of mirrorings. In the visualization of choreographic characteristics, the system visualizes the learning support elements such as the rhythm of hip-hop dance as characteristics of time, the movement direction of each body part and trajectory of hand motion as characteristics of space, and the “sense” of steps as characteristics of quality. These visualized characteristics are displayed around the human figures as CG objects and onomatopoeia. The results of evaluating each system confirmed the effectiveness of these systems.

1. まえがき

文部科学省による学習指導要領の改訂により、中学校では2012年度から、高等学校では2013年度から、保健体育の授業内容としてダンスが必修となった[1]。改訂された学習指導要領では、ダンスを「創作ダンス」、「フォークダンス」、「現代的なリズムのダンス」から選択して必ず履修するよう求めているが、多くの学校では生徒の嗜好に合わせ、「現代的なリズムのダンス」としてヒップホップダンスを授業に導入している。

しかし、国内の学校教育の実態としては、保健体育の担当者で、それまでダンスを教えた経験のない教員の割合が高いばかりか、ダンスを学んだ経験さえない教員が少なくない[2]。そのため、ヒップホップダンスの学習支援に対する需要は、ダンスを学ぶ生徒はもちろん、ダンスを教える教員においても高まっている。

筆者らは、舞踊の3Dモーションデータをプロダンサーの演技から収集し、これを芸術・教育活動に活用する研究を継続的に展開している。本研究はその一環として、ヒップホップダンスの初学者の独習を支援するシステムを開発した。このシステムのターゲットは、まずヒップホップダンスを学ぶ生徒であるが、教員が授業の準備のため、あるいは授業の教材として利用することもできる。また、学校教育外でのトレーニングにも利用可能である。

ダンスの学習支援には、練習用のダンスシークエンスの提供と練習時の技術的な指導という2つの側面がある。そこで本研究では、前者を“ダンスシークエンスの自動振付”によって、後者を“振付特性の可視化”によって実現した。また可視化は、時間的、空間的、質的という3種類の振付特性を対象に行った。以上により、本研究で提案するシステムは、ヒップホップダンスの学習を多角的に支援できるよう設計されている。

システムの有効性に関しては、ダンスシーケンスの自動振付と振付特性の可視化の 2 つの側面について、それぞれ評価実験を行った。

2. ヒップホップダンスの学習支援

モーションデータを用いたダンスの学習支援には多くの可能性があり、例えば演技・創作・鑑賞の支援、教師・生徒への支援、初学者・中級者・上級者への支援、一斉授業・グループ学習・個別学習の支援などさまざまである。本研究がターゲットとするのは、初学者による演技の独習ないし個別学習である。

本研究では、学校でダンスを教わる中学生・高校生を含め、初めてヒップホップダンスを学習する人が、モバイル端末（ノート PC、タブレット端末等）に実装したソフトウェアを用いて、次の手順で独学することを想定している。(1)ヒップホップダンスの短い練習用シーケンスを自分で作り、3DCG 動画でシミュレーションする、(2)練習したいシーケンスが作れたら、3DCG 動画を見ながら演技を練習する。

(1)のためには、ヒップホップダンスの 32 カウントのシーケンスを自動振付するシステムを開発した。(2)のためには、ヒップホップダンスの 3DCG 動画において振付特性を可視化し、演技の要領を直感的にわかりやすく、かつタイミングよく画面上に表示するシステムを開発した。両システムともに、モーションキャプチャで取得したプロのヒップホップダンサーの実演データを使用し、実行結果を 3DCG アニメーションで再生することができる。

ダンスの学習支援システムとしては、モーションキャプチャを用いて身体動作を計測してリアルタイムに比較する研究[3]や、あらかじめ取得したモーションデータを用いて身体動作の特徴を分析する研究[4]が報告されている。特に、近年では、Kinect[5]やスマートフォン[6]を用いてユーザとプロのデータを比較する研究が報告されている。本研究では、大掛かりな機器を使用せず、ユーザの熟達度や好みに合わせた振付を生成・表示することで、日々のダンスの練習で手軽に利用できるシステムの開発を目指している。

振付の自動生成に関する研究としては、音楽のリズムと盛り上がり合わせた舞踊動作の自動生成が行われている[7]。本研究では、ダンスの練習で実際に使用可能な振付の自動生成を目的としており、ユーザの要望を取り入れた振付の自動生成を可能にするため、使用するステップと難易度をユーザが指定できるようにしている。

動きの可視化に関する研究としては、動きの速度や軌跡などを、三角錐や色などで表現した研究[8]や、オノマトペを用いたストリートダンス指導支援環境の提案[9]が報告されている。本研究では、ヒップホップダンスの学習を支援する要素

として、各身体部位の移動方向、足の配置、手の軌跡などを複合的に可視化している点で、これらと異なっている。また、これらの CG オブジェクトを配置した 3D 空間において、視点やアニメーションの操作が可能であるため、能動的な学習ができる点でも相違がある。

3. ダンスシーケンスの自動振付

3. 1 自動振付システム

ヒップホップダンスの練習用シーケンスの自動生成は、筆者らが「分析合成型振付」(analytic-synthetic choreography)と命名した振付手法によって行う。分析合成型振付とは、ダンスの身体動作を分割して要素動作に還元し、これを再び配列、組み合わせて新しい振付を生成する手法である。本システムは、ヒップホップダンスの短いステップを時系列に組み合わせることで練習用シーケンスを生成する。

筆者らは、これまでの研究において、すでにバレエレッスン用振付の自動生成システムを開発している[10]。初級者向けレッスン用振付の自動生成手法として、教育効果に配慮したアルゴリズムを導入しているが、初級ステップのみを対象としているにもかかわらず、難易度が上がってしまうという課題があった。

そこで本研究では、練習用の振付で頻繁に出現する振付生成手法をアルゴリズムに導入し、振付の難易度を下げるようにした。同時に、振付シーケンスの難易度を定量化して評価している。さらに、ユーザの学習要求に合わせてシーケンスを生成できるように、練習したいステップと振付構成の難易度をユーザが事前に選択できるようにした。

本研究の自動振付システムでは、4 カウントの基本ステップ 44 種類を使用している。これらは、難易度に応じて‘Easy’、‘Normal’、‘Hard’の 3 分類で画面に表示される。学習者が練習したいステップを 3 つ選択し、さらに振付構成の難易度を‘易しい’、‘ふつう’、‘難しい’の 3 段階から選択すると、システムが自動的に 32 カウントのシーケンスを生成する。

学習者が選んだ 3 つのステップを基にし、その反復、左右反転の動作、選択された 3 つ以外のステップを構成要素として、シーケンスを生成する自動振付アルゴリズムを考案した。また、振付構成の難易度をステップの並び方から数量化して評価する手法も考案した[11]。

図 1 にシステムの流れを示す。ユーザは振付の難易度を 3 段階から選んで入力し、練習したいステップを 3 個選択する。自動生成アルゴリズムでは、これらの入力を基にしてシーケンスを作成する。振付構成の難易度からは、生成するシーケンス内での同じステップの繰り返し(反復処理)と動きを左右反転しての繰り返し(反転処理)の

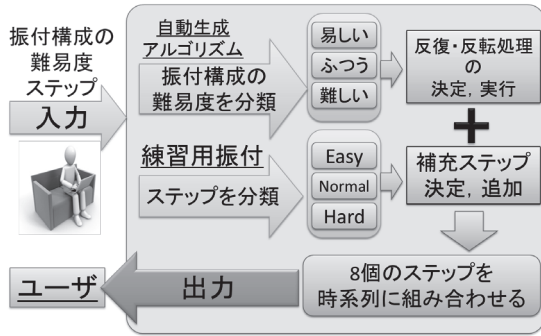


図 1 自動振付システムの流れ
Figure 1 Flow of the system.

処理を行うステップと、処理回数の条件を決定する。ユーザが選択したステップからは、システムが補充するステップ自体の難易度の条件を決定する。これらの条件にしたがって計 8 個のステップを時系列に組み合わせることで、32 カウントの練習用シークエンスを生成し、3DCG キャラクターを用いたアニメーションによって再生する。図 2 にシステムの入力画面を、図 3 にシステムが自動生成したシークエンスの確認画面を示す。

3. 2 振付難易度の定量化

振付の難易度は、ステップの難易度とステップの連続性や配置による振付構成で評価した。

各ステップの難易度は、あらかじめ 3 段階に分類しておき、選択時に確認できるようにした。本システムでは、ユーザが入力した 3 個のステップの難易度に合わせてステップの補充を行う。

振付構成の難易度は、上述の通り、ユーザが易しい、ふつう、難しいの 3 段階から指定する。本研究では、反復と反転の 2 つの処理を考慮し、反復と反転の処理回数が少ないほど、振付構成の難易度が上がるような指標を考案した。振付構成の評価値を D 、反復の処理回数を R 、反転の処理回数を M としたとき、評価値の計算式は次の通りである (式 1)。

$$D = 2R + M \quad (式 1)$$

この評価値は、反復を 2 点、反転を 1 点として振付構成を指標化している (0 が最も難しい)。表 1 に、ユーザが指定する難易度と振付構成の評価値、処理回数の対応を示す。例えば、ユーザが入力した難易度が 1 (易しい) の場合、振付構成の評価値が 6~8 の振付を生成するようにするため、システムは反復・反転の処理回数を 4 つのパターンからランダムに選択する。

この自動振付アルゴリズムでは、8 個のステップを並べてシークエンスを生成している。そのため、具体的な手順としては、8 個のステップを並べるためのリストを用意し、ステップを配置していく。使用するステップは全て 4 カウントであり、44 個 (左右反転した動きを含めると 88 個) のモーションデータから選択する。

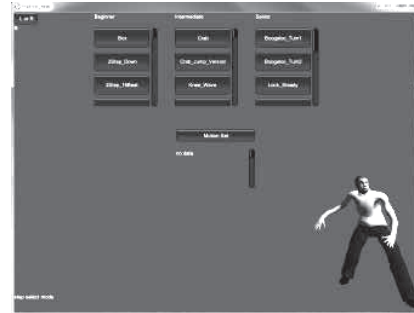


図 2 自動振付システムの入力画面
Figure 2 GUI of the system.



図 3 自動生成した振付の確認画面
Figure 3 Playback window.

表 1 振付構成の難易度と処理回数
Table 1 Difficulty of the structure.

難易度	評価値	処理回数 (反復 : 反転)
1 : 易しい	6~8	4:0, 3:1, 2:2, 3:0
2 : ふつう	3~5	1:3, 2:1, 0:4, 1:2, 2:0, 0:3, 1:1
3 : 難しい	0~2	0:2, 1:0, 0:1, 0:0

次に、順次ステップを選択するための条件として、以下の 3 つの制約を設けた。

1. ユーザが選択した 3 つのステップはリストの奇数番目に配置する。
2. 反復・反転処理はリストの偶数番目で行う。
3. シークエンス全体が使用するステップの種類は 6 を超えないようにする。

制約 1 は、ユーザの選択したステップをシークエンス内に確実に配置し、反復・反転処理をしやすくするためである。制約 2 は、反復・反転処理を直前に配置されたステップに対して行うためである。制約 3 は、振付を使用するユーザの記憶容易度を考慮し、あまりに覚えにくいシークエンスを生成しないようにするためである。

表 2 に、この自動振付アルゴリズムによるシークエンスの生成手順を例示する。表中の 1~8 はリスト内のステップの順番を表し、(1)~(3)は生成手順を表している。A~F は 6 種類の異なるステップを表し、「'」の付いたステップは左右反転したステップを表している。

表 2 振付の自動生成手順

Table 2 Procedure of generating a step sequence.

手順 \ 順番	1	2	3	4	5	6	7	8
(1)	A		C		B			
(2)	A	A	C		B	B'		
(3)	A	A	C	E	B	B'	F	D

1.ブガルーターン右	1.ウェーブ&ミドルステップ左	1.クラブ右
2.ブガルーターン右	2.キートステップ左	2.ウェーブ右
3.ランニングマン右	3.フロントステップ・ダウン右	3.ブガルーターン右
4.ランニングマン左	4.フロントステップ・ダウン左	4.ロックステディー左
5.フロントステップ・ダウン右	5.ブガルーターン右	5.フロントステップ・ダウン右
6.フロントステップ・ダウン右	6.ブガルーターン右	6.フロントステップ・ダウン右
7.クラブ右	7.クラブ右	7.クラブ右
8.クラブ右	8.クラブ左	8.パンチ&クロス左
評価値: 7	評価値: 4	価値: 2
反復: 3, 反転: 1	反復: 1, 反転: 2	反復: 1, 反転: 0
(a)易しい	(b)ふつう	(c)難しい

図 4 自動生成した振付の例

Figure 4. Examples of generated results.

生成手順は以下の通りである。(1)ユーザが選択したステップをリストの奇数番目へランダムに配置する(表2のA, B, C)。(2)ユーザが選択した難易度に応じて, 反復と反転の処理回数をランダムに決定し, 処理を行う(表2のAとB')。(3)反復と反転の処理とステップの種類数の制約を考慮しながら, 残りのステップを補充する(表2のD, E, F)。

本システムを用いて自動生成した振付の例を図4に示す。ユーザが選択したステップは, クラブ右, ブガルーターン右, フロントステップ・ダウン右の3個であり, (a)は難易度1(易しい), (b)は難易度2(ふつう), (c)は難易度3(難しい)を選択した場合に生成されたシークエンスのステップリストである。

4. 振付特性の可視化

4.1 可視化システム

ダンスの振付特性は, 音楽, 衣装, 照明などの要因を排除して身体動作のみに限定した場合, ある瞬間におけるポーズ, 短いステップ, 一定の長さがあるシークエンス, まとまりのある作品全体など, 段階的・階層的に考えることができる。しかし, ヒップホップダンスの初学者にとっては, 短い基本ステップの練習が主要な課題となる。そこで本研究では, 基本ステップごとの振付特性を可視化し, 3DCG動画にCGオブジェクトとしてかぶせて表示するシステムを開発した。

システムが学習支援要素として可視化するステップの振付特性は, 次の5つである。(a)時間特性としてのカウント, (b)空間特性としての身体部位の移動方向, (c)空間特性としての足を置く位置, (d)空間特性としての手の軌跡, (e)質的特性と

表 3 学習支援要素と可視化オブジェクト

Table 3 Visualized characteristics and objects.

学習支援要素	オブジェクト
カウント	数字
身体部位の移動方向	矢印
足を置く位置	床のマス目の色
手の軌跡	球体と線
ステップの質感	オノマトペ

してのステップの質感。表3に学習支援要素と可視化オブジェクトの形式の対応を示す。

筆者らは, クラシックバレエを対象として振付特性の可視化をすでに試みているが[12], 本研究ではヒップホップダンスの独習用に新たな手法を検討した。利用者はシステムにより出力された映像を見るだけで, ヒップホップダンスの重要な要素を直感的に理解できるようになっている。

本システムの利用方法は, まず起動後にヒップホップダンスのステップを選択し, アニメーションを再生する。学習支援要素を表すCGオブジェクトは, それぞれ必要に応じて表示・非表示を切り替えることができる。アニメーションの再生中は, マウス操作による視点変更やキーボード操作による停止, 再生, 再生速度の変更, 閲覧したいステップの変更などが行える。図5は, 2ステップ16ビートの4カウント分の実行例である。

4.2 学習支援要素の可視化

本システムでは, 上述したヒップホップダンスのステップの5つの振付特性を, 以下の方法で可視化している。

(a)カウントは, 画面の左上に数字で表示し, カウントごとに切り替わるようにした。

(b)身体部位の移動方向は, 上半身, 腰, 足の移動を立体的な矢印で表示した。図6は腰と足の移動方向の例である。腰は大きな矢印, 上半身は小さな矢印を使用している。

(c)足を置く位置は, 床面を格子状にして, マス目の色を変化させることで表示した。左右の足で異なる色を使用し, カウントごとに色のついたマス目が増えるようにした。さらに, 足の配置が理解しやすいように, 人体アニメーションを真下から見られるウインドウを別に用意し, 同期再生するようにした。

(d)手の軌跡は, カウントごとの手の位置を球体で示し, それをつなぐ線を使用して軌跡を表示した。足を置く位置と同様に, カウントごとに球体と線が増えていくようにし, 8カウント終了時に消えるようにした。

さらに(e)ステップの質感は, オノマトペ(擬音・擬態語)で示した。例えば, 左右への滑るような移動には「スイー」, 足を踏み込むような動作には「トン!」というオノマトペを表示し, 初学者が直感的に動きの雰囲気を理解できるような支援を行った。図7にオノマトペの例を示す。

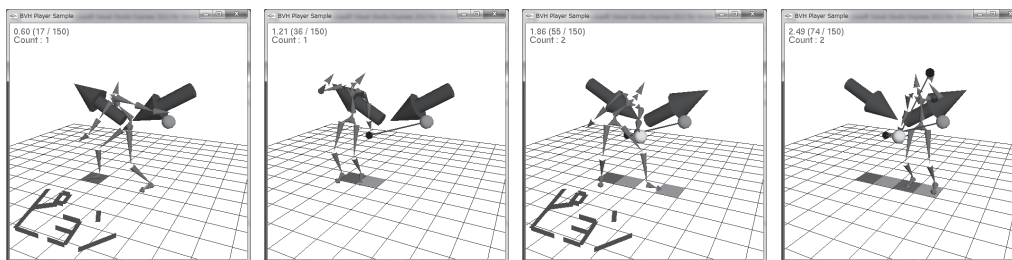
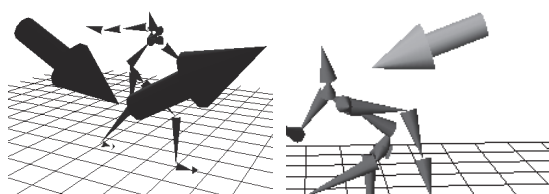


図 5 可視化システムの実行例
Figure 5 Example of the visualization system.



腰 (矢印: 大) 上半身 (矢印: 小)
図 6 移動方向の可視化
Figure 6 Visualization of movement direction.

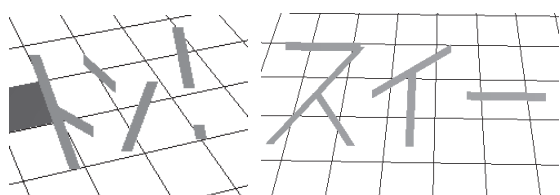


図 7 オノマトペの例
Figure 7 Examples of onomatopoeia.

5. 評価実験

5. 1 自動振付システムの評価

自動振付システムに関しては、シークエンスの難易度を数量化する手法が妥当かどうかを、2名のヒップホップダンス教師を被験者として評価した。

まず、システムが自動生成した9個のシークエンスからなるセットを2つ用意した。第1のセットはさまざまな難易度のステップを用いた9個のシークエンス、第2のセットは難易度が‘Easy’に分類されるステップのみを用いた9個のシークエンスである。次に、ヒップホップダンス教師に、これらのシークエンスを3DCG動画で見て、難易度の順位を付けるよう依頼し、順位付けの理由については自由に記述してもらった。その上で、システムが既述の評価値(式1)によって予め評価していた順位と、ダンス教師が評価した順位との比較を行った。

第1のセットでは、ダンス教師の評価順位とシステムの評価順位とのあいだのケンドールの順位相関係数は0.70であった。無相関検定を行ったところ、帰無仮説は有意水準5%で棄却された。第2のセットでは、ケンドールの順位相関係数は

0.42で、無相関検定の帰無仮説は有意水準5%で棄却できなかった。

以上の結果より、さまざまな難易度のステップが混在する場合にはシークエンスの難易度の数量化はダンス教師の判断と一致するが、易しいステップのみで構成される場合は教師の判断とは一致しないことがわかった。

第2のセットでシステムとダンス教師の評価順位が異なる原因を、ダンス教師の自由記述のコメントより考察した。その結果、主な原因は、一部のステップの挿入とステップの連続性によって、難易度が予想外に大きく変化しているためであることがわかった。

例えば、初心者を対象とした場合、「ウェーブ」と名付けた難易度‘Easy’のステップは、シークエンスに挿入されると難易度が予想外に高くなることがわかった。ステップの連続性に関しては、反転処理は回数が多ければ難易度が下がると想定していたが、左右交互にステップが連続する動き(例: サイドキックなど)は反転処理をしたシークエンスの方が踊りやすいものの、踏み替えが必要な動き(例: ボックス)は反転処理でかえって難しくなることがわかった。さらに、反復処理も回数が多ければ難易度が下がると想定していたが、回転を伴うステップは3回以上反復すると逆に難易度が上がることもわかった。

その他参考意見として、上半身および下半身のバランスが変化する場合に難しくなる、踊り始めるにあたって、全て右から始めること(同じ足から始めること)が一番易しい、体重移動の変化(左右に動いた後に前後に動く場合の動作)があると難易度が上がる、などのコメントが得られた。

5. 2 可視化システムの評価

可視化システムに関しては、ヒップホップダンスの練習時に言葉で指示しづらい要素を可視化することの有効性について、ヒップホップダンスの未経験者を被験者として実験を行った。

被験者は、ヒップホップダンスを学習したことのない10名の大学生である。彼らに可視化オブジェクトの理解しやすさを評価してもらうため、振付特性を可視化したCGオブジェクトをかぶせた3DCG動画と、CGオブジェクトなしの3DCG動画とを見てもらった。可視化オブジェク

トの理解しやすさは、1 (難) から 4 (易) の点数で表してもらった。

実験の結果、10名の理解しやすさの評価点の平均は、(a)カウントに関して3.1、(b)身体部位の移動方向に関して3.2、(c)足を置く位置に関して3.4、(d)手の軌跡に関して3.1、(e)ステップの質感に関して3.6であった。

以上の結果より、基本的にはいずれの可視化オブジェクトも理解しやすいという評価が得られたことがわかった。5つのオブジェクトを比較すると、(e)ステップの質感に関する評価が最も高かった。自由記述のコメントからも、ステップの質感の可視化について「見やすく、理解しやすい」という回答が多く、オノマトペによる動きの雰囲気表示は有効であることがわかった。

(b)移動方向および(d)手の軌跡の可視化については、ある程度有効であることがわかったが、「人体アニメーションと重なって見づらくなることがある」、「もっと小刻みに矢印を出してほしい」などの回答から、動作によっては学習に支障をきたす場合があることや、表示方法に課題があることがわかった。その他、「音楽をつけるとよりわかりやすくなると思う」、「学習支援要素とは別のエフェクトを入れると面白いかもしれない」などのコメントが得られた。

6. まとめ

モーションデータを用い、ヒップホップダンスの演技の学習を“ダンスシークエンスの自動振付”と“振付特性の可視化”という2つの側面から支援するシステムを開発した。

自動振付システムに関しては、練習したい基本ステップ3つと振付構成の難易度を選び、これらを基に32カウントのシークエンスを自動生成するシステムを開発した。しかし、ヒップホップダンス教師2名を被験者とする評価実験の結果、シークエンスの難易度の評価手法を改善する必要があることがわかった。

可視化システムに関しては、ヒップホップダンスのステップについて、時間的・空間的・質的特性を可視化したオブジェクトを3DCG動画にかぶせてタイミングよく表示するシステムを開発した。ヒップホップダンス未経験者10名を被験者とする評価実験の結果、おおむね理解しやすいという評価が得られた。

今後は自動振付システム、可視化システムをそれぞれ改良し、さらに両者を統合して、いっそうヒップホップダンスの学習に効果的なシステムを構築する予定である。

謝辞 システム開発に協力頂いた津田敬亮氏、吉井風太氏、評価実験に協力いただいたダンス教師に謝意を表す。モーションデータ収録にあたっては、わらび座デジタル・アート・ファクトリ

ーをお借りした。データ収録に協力いただいたKENTARO!!氏、海賀孝明氏にも謝意を表す。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) 文部科学省：現行学習指導要領〈http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/cs/index.htm〉(参照2014-09-09)。
- 2) 神田橋純, 若杉祥太, 林徳治: ダンス教育の現状と今後の課題, 日本教育情報学会年会論文集, Vol. 29, pp.284-285 (2013)。
- 3) 松本奈緒, 三浦武, 海賀孝明, 柴田傑 他: 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)。
- 4) 宮本圭太, 阪田真己子: Locking ダンスにおける質評価指標の定量化, 情報処理学会研究報告, Vol. 2009-CH-82, No. 4, pp.1-8 (2009)。
- 5) 山内雅史, 篠本亮, 北原鉄朗: Kinect を用いたダンス学習支援システムの開発, 情報処理学会第75回全国大会予稿集, pp.4-895-4-896 (2013)。
- 6) 重永響太, 佐伯拓郎, 浦正広 他: スマートフォンを用いたダンス練習支援手法の検討, NICOGRAPH 2012 論文集, pp.138-141 (2012)。
- 7) 白鳥貴亮, 中澤篤志, 池内克史: 音楽特徴量を考慮した舞踊動作の自動生成, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J90-D, No. 8, pp.2242-2252 (2007)。
- 8) 砂田治弥, 横山清子, 松河剛司, 平田隆幸 他: モーションキャプチャで測定した動作情報の可視化についての検討, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-DCC-7, No. 18, pp.1-6 (2014)。
- 9) 岡田大地, 仲谷善雄, 武居拓郎: オノマトペを用いたストリートダンス指導支援環境の提案, 情報処理学会第74回全国大会予稿集, No. 4, pp.609-610 (2012)。
- 10) 曾我麻佐子, 海野敏, 安田孝美, 横井茂樹: 3DCGを用いたバレエレッスン用振付の自動生成システム—モーションデータアーカイブの舞踊教育への応用: 人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, Vol. 17, pp.253-258 (2004)。
- 11) Asako Soga, Keisuke Tsuda, Bin Umino: A System for Generating Choreography on Demand Using Dance Motion, Proc. of NICOGRAPH International 2014, pp.111-114 (2014)。
- 12) 海野敏, 曾我麻佐子: 三次元モーションアーカイブを用いた舞踊視覚化プログラムの試作, 情報処理学会研究報告, Vol. 2006-CH-71, No. 85, pp.41-46 (2006)。