

舞踊のデジタルアーカイブ：記録・解析・表現

八村 広三郎

立命館大学 理工学研究科

1 はじめに

近年、さまざまな歴史情報や美術品などの歴史文化資産をデジタル化し、マルチメディア技術によって、これらを後世のために保存し活用しようという、デジタルアーカイブが各所で構想されるようになってきている。このデジタルアーカイブでは、基本的には絵画や文様、歴史文書などの平面資料が対象となるが、考古遺物や工芸品などについても、立体形状計測によりデジタル化して保存する試みがなされている。さらには、無形文化財、すなわち舞踊や芸能、工芸などにおける人間の身体運動についても対象にしようとしている。このような流れの中で、われわれは、無形文化財の保存と解析を主たるテーマにおき、光学式モーションキャプチャ・システムを利用した舞踊のデジタルアーカイブ化とデータ解析について検討している。

本報告では、アーカイブ化の主たる課題である、データの記録・解析・表現に関する幾つかの観点について述べる。すなわち、われわれが行っている、モーションキャプチャによる記録と動作データの管理システムの開発、モーションデータの定量的・感性的解析、および、CGや教材作成など表現の側面について簡単に紹介したあと、記録および解析にかかわる重要な要素としての、身体動作の類似検索のための基礎的手法を中心に述べる。

2 舞踊のデジタルアーカイブ

2.1 モーションキャプチャの活用

モーションキャプチャシステムの出現により人間の身体運動の3次元座標の時系列データを取得することが可能となった。これにより、舞踊や芸能などの無形文化財を正確に計測しデータとして後世に伝承するとともに、このデータを教育や後継者の指導にも利用することへの期待が高まっている [1, 2]。

本学では、アート・リサーチセンターにシステムを導入後、舞踊のアーカイブのためのツールとして利用してきている。システムの運用には、相当の経験と熟練が必要となるが、すでに、能楽、舞楽、現代舞踊、バレエ、ジャワ舞踊など世界各地の民族舞踊などの舞踊のキャプチャを行ってきており、さまざまな観点から、デジタルアーカイブへのその可能性を探っている。

現在のモーションキャプチャ技術で、能や日本舞踊などの伝統芸能を記録すること自体に問題がないわけではない。すなわち、身体各部の3次元位置を正確に記録するという目的のため、ほとんど裸に近い状態での計測を余儀なくされるので、それが、演技に影響を与える可能性がある。また、身体の動きだけがすべてではなく、着衣や化粧の状態も重要であるにもかかわらず、これらはモーションキャプチャだけでは記録できない。しかし、このような課題を含みながらも、モーションキャプチャにより、舞踊等の無形文化財における身体運動の定量的な解析が可能になるとともに、従来の定性的な評価との関連づけることにより、その芸術の源を探ることができるのではと期待される。

伝統芸能（能）の伝承者（家元）から得たモーションキャプチャについての評価は、上述したような問題を含んでいることを認めながらも、このような客観的データの計測とCGによる表示は自己の演技の分析に有効であり、特に、加齢などによる演技の変化を観察するのに今後も引き続き利用したいということであった [1]。モーションキャプチャが、無形文化財の記録・保存および分析に一定の有用性を持っていることが示唆されたものと理解している。

2.2 舞踊譜 Labanotation の活用

舞踊の分野では、体の動きを記述する方法が古くから検討されており、なかでも Labanotation と呼ばれる舞踊記述法はアメリカの舞踊界を中心に広く利用されている [3]。これは、音楽における楽譜のように、人間の動作を図形的な記号で記述するものである。

映像技術やモーションキャプチャ技術が進歩した現在、Labanotation の記譜法は必ずしも万能ではない。しかし、音楽の楽譜と同じように、この手法は舞踊の記録としては基礎となるものであり、しかも、現在なお舞踊界で利用され、またよく研究されているという点が重要である。舞踊のある意味でのエッセンスを記述したもの、あるいはアブストラクトとみなすこともでき、また、教育・啓蒙のための組織や活動が存在しれていることも含め、「システム」としての Labanotation の重要性は揺るがないものと考えている。このような観点から、われわれは、Labanotation に基づいた、コンピュータによる身体運動の入力・記述とアーカイブ化を試みている。

まず、モーションキャプチャによって得られる身体動作データから、Labanotation を生成することを研究している [4]。この目的とするところは、多くの無形文化財の舞踊や民族舞踊などの身体運動をモーションキャプチャにより正確に計測するとともに、このデータから Labanotation を自動生成することにより、これを振り付けや舞踊教育の現場で応用することにある。

また、Labanotation の譜面を、マウスを用いたインタラクティブなグラフィック操作で入力・編集を可能にするエディタシステム LabanEditor を開発している [5, 6]。作成・編集した譜面を印刷出力できるだけでなく、このデータをファイルとして保存し、さらにこれを Web 上での 3DCG モデリングのための標準的な言語である VRML に変換して出力でき、これを利用してディスプレイ上で CG モデルによる身体運動として表示することができる [6]。

2.3 舞踊動作の解析

舞踊動作の解析の話題としては、たとえば、熟練者と非熟練者の身体動作を比較し、これらの相違を定量的に明らかにすることや、ある舞踊と類似した身体動作を他の舞踊の中から見つけ出すことなどが考えられる。ここでは、舞踊動作の解析関連のいくつかの代表的研究について、サーベイしておく。

文献 [7] では、同一の舞踊についての複数のモーションキャプチャデータから、これらに共通の基本動作と演技者個人の個性を示す動作スタイルを分離抽出する手法を示している。

文献 [8] では、日本舞踊の「振り」を構成する基本動作について、モーションキャプチャデータにおいて、「構え」「重心」「腰」「内輪」という空間的特性に関する指標を定義し、これらが熟達者と初心者とでどのように異なるかを分析している。また、舞踊の種類によるマーカ軌跡の周波数特性の違いを実験により明らかにしている。

舞踊の熟練・非熟練の定量解析などを行うためには、まず、どの身体部位の動きに着目すべきかを明らかにする必要がある。これは舞踊の種類によっても異なるであろうし、着眼点も舞踊家それぞれで異なるであろう。現時点では、さまざまな個別的な試みが行われている段階であるが、いずれこれらの成果を統合することにより、一般化できるようになることを期待される。

文献 [9] は、主に定性的な観点から行われた舞踊研究者による体系的な日本舞踊の研究成果にもとづき、これをモーションキャプチャによる物理的・定量的データ解析により裏付けようというものである。ここでは「オクリ」という基礎技術の中の、女性的表現のために使われるものに注目し、しっとりとした女性らしい印象を与

える動きを定量的に分析し、さらにオクリが段階を追って習得されることを定量的に確認した。これは、まだ初歩的な段階であるが、舞踊の解析においては、このような、舞踊家または舞踊研究者による視点に立脚した共同研究が重要であると考えている。

身体と感性の関連については、顔の表情に対する研究は多く行われているが、身体動作に対する感性研究は、まだ、あまり行われていない。しかし、舞踊の解析という観点からは、これは重要で興味ある課題であると考えている。

文献 [10, 11] は、舞踊の身体動作と、動作から受ける印象との関係を明らかにしようとしている。この際、運動の物理量としては、演技者の正面から撮影したビデオ映像におけるシルエット画像を解析して抽出しており、舞踊動作の 3 次元情報は失われているのが問題と考えられる。一方、文献 [12] では、モーションキャプチャによる 3 次元身体運動情報と印象との関連性を、下肢の各部位間の角度情報を用いて明らかにしようとしている。

われわれは、舞踊の身体動作とそれを観察したときに受ける感性との関連について、まずは、ビデオ映像を用いた心理実験に基づく基礎的研究 [13] を行っている。今後、モーションデータから得られるいくつかの特微量との関連で同様の検討を行う予定にしている。

舞踊の動作データからの各種の特微量の抽出は興味ある課題である。文献 [11] ではビデオ映像のシルエット像を対象にしているが、われわれは、モーションキャプチャデータを対象として、動作全体を概観するマクロな視点から、一連の舞踊動作の中から、特徴的なフレーム（姿勢）や音楽の「サビ」のような主要な部分を抽出する研究を行っている [14]。

舞踊における身体動作の類似検索については、次章で詳しく述べる。

2.4 アーカイブ・データの活用

モーションキャプチャによりデジタル化された舞踊のデータを利用して、CG によるアニメーションやマルチメディア教材を作成することも重要な課題である。

文献 [15] は、モーションキャプチャによる民俗舞踊の身体動作データを身体各部の基本的な動作プリミティブに分類し、これを音楽の音符に相当するような「舞踊符」として登録し、これを組み合わせて新しい舞踊動作を作成することを行っている。また、文献 [16] では、モーションキャプチャによって取得したバレエの単位動作データを対話的に合成し、振付のシミュレーションが行われている。

一方、われわれは、現在、観世流片山家の協力を得て、能楽の幾つかの演目の CG 化と、能楽に関するマルチメディア教材の作成を行っている。図 1 は、能の演

目「大会（だいえ）」の仕舞をモーションキャプチャしたデータをもとにして作成した3次元CGアニメーションの1コマである。

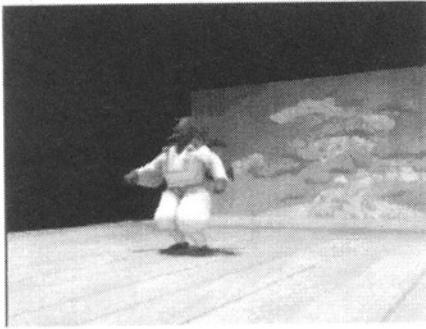


図 1: 作成したCGの例

能は抽象性の高い総合芸術であり、そのストーリーや背景に関する前提知識を持っていないと、たとえ大人であってもこの芸術の理解は困難である。このCGビデオは、能のストーリーの児童教育用としての利用を考えて作成したものである。演技をキャプチャしてCGに利用するだけでなく、物語の背景をCGにより効果的に説明したりすることを狙っている。これは、モーションキャプチャによる無形文化財のデジタルアーカイブの広い意味でのエンタテインメントへの応用の一つの可能性を示している。

さらに、たとえば、マルチアングルビデオ映像、静止画像、音楽、テキスト（文字）情報や、舞踊譜などの各種の関連するマルチメディアデータを連携させて保存し再生できるようなコンテンツの作成と利用が望まれる。現在このような目的のために、マルチメディア記述言語 SMIL を利用したマルチメディア教材の開発とそのためのツール開発を行っている [17]。図 2 は、能楽のビデオ映像と謡本を同期して表示する教材の例である。

3 身体動作データの検索

モーションキャプチャ・システムを利用し、さまざまな舞踊をキャプチャしてきているが、今後、データが増え続けていくと、これらのデータの管理が課題となる。現在、モーションキャプチャデータの管理システム [18] を構築中であるが、この際、文字データによる管理情報からだけでなく、身体運動の類似性に基づく、動作データの「内容検索」についても実現できることが要求される。また、モーションキャプチャを用いた舞踊の定量的研究では、舞踊を特徴付ける特徴量の抽出、異なる舞踊間の比較、類似性の判定などがあるが、このためには、対象の舞踊の中から基本となる動作を抽出することが要求される。

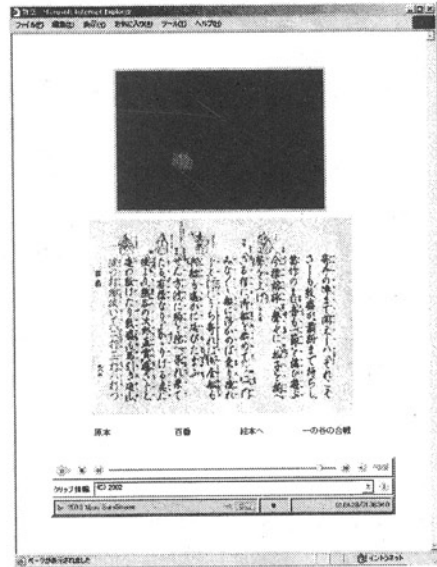


図 2: SMIL によるマルチメディア教材

3.1 関連研究

ここでは、まず、身体動作データの内容に基づく類似検索に関連した研究を概観する。

文献 [19] では、身体部位の速度に基づいて一連の動作をいくつかの区画に分割し、これらに対してクラスタリングを施すことにより、基本動作を抽出する。抽出した基本動作にラベルを付与し、ラベルの遷移グラフをインデックスとして全体動作を記述し、これにより動作のマッチングを行っている。幾つかの基本動作のそれぞれを十分な回数含む舞踊でないと、クラスタリングによる基本動作の抽出が困難であると考えられる。

文献 [20] は、ある時点での身体姿勢を 9 つの体節ベクトルで表現し、このベクトル間の正規化相関の重み付き和により姿勢の類似性を判定する。類似性の高い姿勢が一定時間以上持続する 2 つの動作を類似動作とし、時系列相関行列を用いて、舞踊中に現れる類似動作を抽出している。各時点での姿勢の類似性を独立に判断しているので、同様の動作であっても、その速度が大きく異なるものであっては、これらの間の動作間の類似性がうまく抽出されない恐れがあると考えられる。

また、文献 [21] では、身体部位の位置の時系列データごとに別々に DP マッチングを適用し、適合度としての身体姿勢間の距離を求める。全部の部位での距離の合計値が最小になる区間を求め、これを動きの類似区間とする。さらに、DP マッチングの結果を利用して、部位ごとの動作の同期性を評価し、最終的に時系列データの類似度と動きの同期性との身体動作の類似・非類似を判定している。これでは、DP マッチングにより、局所的な運動速度の相違は吸収される。しかしながら、マッチングは部位ごとに行うのを基本としているので、われわ

れが観察している際の、体全体の姿勢の時間変化での類似性の判定とは必ずしも一致しないのではないかと考えられる。動作の同期性の視点は、模範演技との相違をチェックするような場合には有効であるが、身体全体の動きの「見え」の類似性で判定するほうが重要な場合においては、あまり意味がないと考えられる。

以下では、モーションキャプチャによる舞踊の身体運動データの類似検索を行うことを目標とし、われわれの行っている手法と課題について述べる [22]。特に舞踊における身体動作を対象とする場合の課題について、実験により重点的に検討する。

3.2 身体モデルと動作データ

本研究では、光学式モーションキャプチャシステム Vicon 512 を利用している。本システムによって、体表面に付けたマーカの、各時点（フレーム）ごとの x, y, z 座標の値が羅列されたデータが得られる。本システムでは、最速で、毎秒 120 フレームのデータが得られる。

これを、ソフトウェア FiLMBOX を用いて、軌跡の不連続の補完、ノイズの除去などを行う。また、体表面につけた実際のマーカ位置から骨格の関節位置を推定した位置データに変換できる。この推定関節位置は「仮想ジョイント」とも呼ばれる。図 3 は本研究で用いた 23 個の仮想ジョイントと身体モデルを示している。

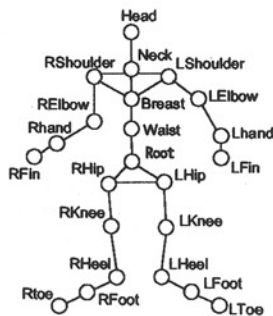


図 3: 仮想ジョイントと身体モデル

3.3 身体動作の類似検索

類似検索のためには、身体動作データ間での類似度を求める必要がある。どのような基準で身体運動の類似性を定義するかについては考慮すべき点がある。たとえば、同じ「歩く」動作であっても、右足から踏み出す場合もあれば、左足から踏み出す場合もある。また、歩く速度にもばらつきがあり、立つ位置や向きもさまざまである。これらは同じ「歩く」という動作で、類似動作とみなすことができるが、モーションキャプチャのデータは全く異なったデータである。また、舞踊の表現には、

全体的には同じ身体動作であっても、その一部分での動作速度が演技者により変化するようなものも見られるのが通例である。これらの差異や体型（サイズ）の差異を吸収した類似動作の検索を可能にする必要がある。

本研究では、身体動作データのマッチングのために、音声認識や手書き文字認識などで長さの異なるデータ系列間でのマッチングに広く用いられている DP マッチング法を使用する。これで、動作速度の差異を吸収することができる。

3.3.1 身体動作の類似性

動作の類似性は、対応するジョイント間の距離を求めることで判定する。2つの身体姿勢が与えられたとき、対応するジョイント間の距離の総和で身体姿勢間の距離を定義する。一連の身体姿勢の系列、すなわち身体動作データ間については、フレーム数にわたる身体姿勢間の距離の総和を求め、これを身体動作データ間の距離とする。

いま、二つの身体動作データ \mathbf{P} と \mathbf{Q} を考える。時刻（フレーム） t における身体動作は、それぞれ、

$$\mathbf{P}(t) = \{\mathbf{p}_1(t), \dots, \mathbf{p}_K(t)\}$$

$$\mathbf{Q}(t) = \{\mathbf{q}_1(t), \dots, \mathbf{q}_K(t)\}$$

と表せる。ただし、 K はジョイントの総数を、 $\mathbf{p}_j(t)$ 、 $\mathbf{q}_j(t)$ は時刻 t におけるジョイント j の位置ベクトルを表している。

このとき、 $\mathbf{P}(t)$ の身体姿勢と $\mathbf{Q}(t')$ の身体姿勢との間の距離は、

$$d(\mathbf{P}(t), \mathbf{Q}(t')) = \sum_{j=1}^K w_j \|\mathbf{p}_j(t) - \mathbf{q}_j(t')\|$$

と表すことができる。ただし、 $\|\cdot\|$ は位置ベクトル間の距離を表しており、通常はユークリッド距離を用いている。また、 w_j は、後述する重み付け検索における、各ジョイントに対する重みを表している。

3.3.2 身体の位置と方向についての正規化

本研究では、現在のところ、世界座標系における身体の方向、および、空間内の身体の移動については考慮しないことにしている。このため、DP マッチングを行なう前に、身体位置と方向についての正規化をおこなう。図 4 に示すように、両腰ジョイント RHip と LHip を結ぶ線分の中点が座標系の原点になるように身体各部を平行移動させ、その後、RHip から LHip へ向かうベクトルを XZ 平面に正射影したベクトルが Z 軸の正の方向を向くように、Y 軸まわりに回転させる。

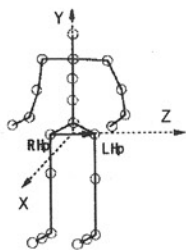


図 4: 身体方向の正規化

また、対象人体のサイズに対して、正規化を行う必要がある。これは、現在は、簡単のため、身体動作データ間の距離を身長で正規化することによって行なっている。

後述するように、検索にあたっては全身のジョイントを対象にするだけでなく、身体の一部のジョイントのみを検索対象とすることもできる。このとき、たとえば、腕の動作のみを対象とする部分検索を行なう場合には、図5に示すように、両肩のジョイントの midpoint の位置が座標系の原点になるように正規化している。

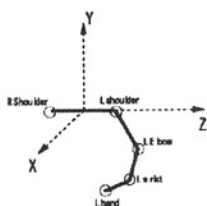


図 5: 腕の部分検索の際の正規化

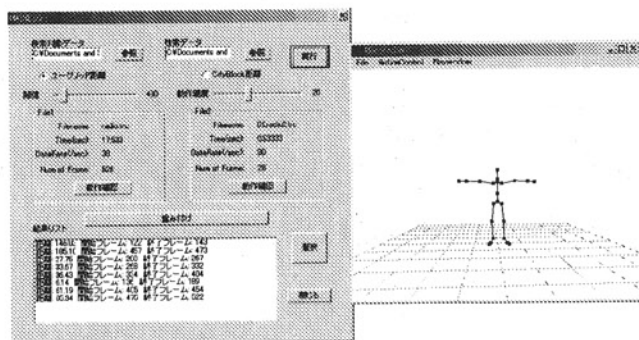
3.3.3 検索システムの実装

以上で述べたような身体動作データ間の類似性に基づき、DP マッチングによる類似動作の検索を行うシステムを作成した。このシステムでは、まず、対象とする身体動作データと、その中から抽出すべき身体動作データ（以下、質問データと呼ぶ）を指定する。それぞれの身体動作は、表示ウィンドウで CG キャラクターモデルの動作として確認することができる。もちろん、検索によって得られた部分動作データも同様に表示することができる。

図6に、作成したシステムの操作画面(a)と動作表示ウィンドウ(b)を示す。図6(a)において検索対象データ、質問データのファイルを指定し、さらに、いくつかの検索の際の条件を設定して検索を行なう。検索の結果は、同図の下部のウィンドウ内に検索対象データにおける該当箇所の開始フレーム番号、終了フレーム番号と、それに対する質問データとの間の距離値が表示される。複数の結果が得られた場合は、この中の任意の行を選択すれば対応する動作を図6(b)のウィンドウでアニメーションとして表示することができる。

ーションとして表示することができる。

図6(b)の動作表示ウィンドウでは、スティックフィギュアによる身体モデルによって、動作のアニメーションを表示する。このとき、マウスの上下左右のドラッグにより、自由に視点を変えて動作を確認することができるようになっている。また、動作を任意のフレームで停止させることもできる。



(a) 操作画面 (b) 動作表示ウィンドウ

図 6: システムの画面

検索にあたっては、全身の仮想ジョイント同士で比較し距離を求めるのを基本としている。しかし、舞踊の比較研究においては、手の動き、足の動きだけに注目したいこともある。このため、体の各部位、たとえば、右手の動作だけを対象とした検索もできるようにしている。さらに一般的に、各ジョイント毎に細かく重みを設定して検索することもできるようになっている。図6(a)のパネルで、「重み付け」のボタンをクリックすると、図7のパネルが開き、ここで、図3に示すそれぞれのジョイントに対して、独立に、スライダにより重みを設定することができる。下半身、上半身、腕、足など、体の一部分のみを検索に利用するときは、このスライダによる重みの設定で行なってもよいが、図7の上部にあるラジオボタンを利用すれば簡単に設定することができる。

図6(b)の動作表示ウィンドウでは、通常は、検索対象データ全体、質問データ、検索対象データ中の検索結果の部分のどれかを選択して表示する。しかし、これでは、検索結果がどの程度質問データと整合しているかを確認するのは容易ではない。したがって、本システムでは、質問データと検索結果のデータのそれぞれに対応する身体動作を、図8のように重畳して表示することもできるようにしており、これにより動作の類似の度合いを確認しやすくしている。

3.4 実験と評価

以上で述べた手法および作成したシステムの有効性を確認するため、いくつかの身体動作データを用いて実験を行った。まず、最初に比較的速い動作を含む「ラ

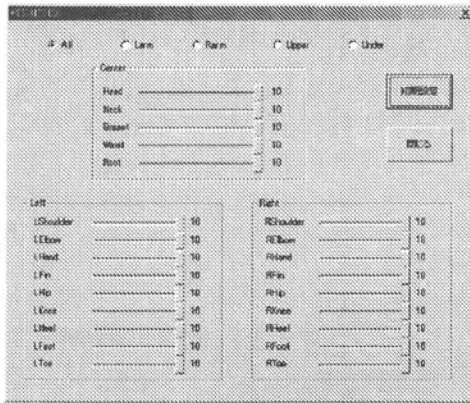


図 7: 重み付けのためのパネル

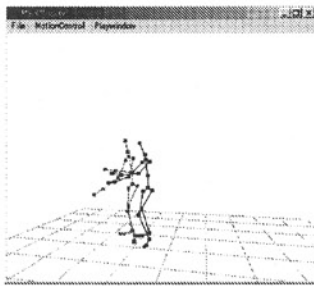


図 8: 2つの動作の重畳表示

ジオ体操」の動作でマッチングの確認を行い、続いて、日本舞踊を中心とした実際の舞踊の動作データを用いて実験を行った。

3.4.1 ラジオ体操

図 9, 図 10 はラジオ体操の身体動作データについての実験結果である。図 9 に示す動作 (radio1) を質問データとして、これに対応する動作を違うデータ (radio2) の中から検索した結果が図 10 である。図 9 および図 10 とも、検索対象データと質問データは同一人物によるものであるが、計測日時が異なった別のデータである。これらの図から、確かに類似した動作が求まっていることが分かる。

なお、図 9, 図 10 のスナップショットの図は身体動作の概略を把握するために示したものであって、各スナップショットは一定の時間間隔で取られたものではない。また、これらの 2 つの図の全体の経過時間も同じではない。本稿の以下のスナップショットの図においても同様である。

図 9, 図 10 の場合は、体全体のジョイントを対象として検索を行なった。結果の確認のため、右肘ジョイント RElbow の x, y, z 座標値の変動のグラフを示したのが図 11 である。図 11(a) が、図 9 の質問データの動作における RElbow の座標値のグラフであり、図 11(b) の網掛け部分が、これに対応する検索結果の部分である。

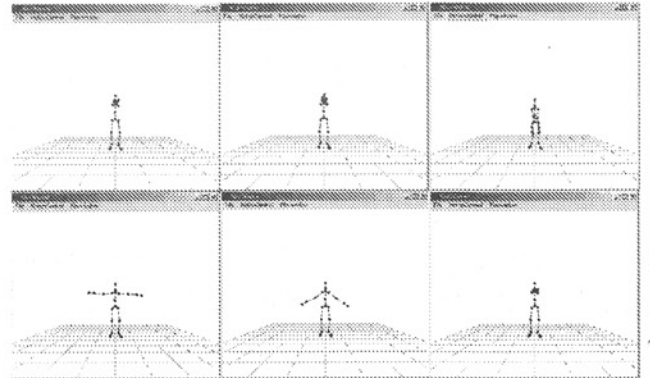


図 9: 質問データ (radio1)

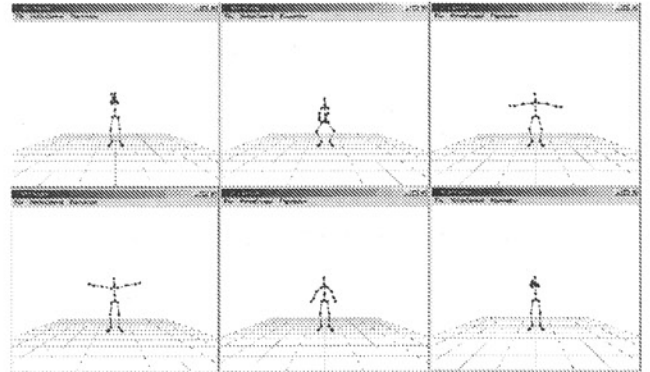


図 10: 検索結果 (radio2 の一部)

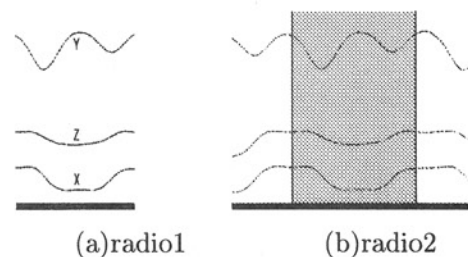


図 11: ラジオ体操での肘ジョイント RElbow の座標

3.4.2 日本舞踊

次に実際の日本舞踊の動作データに対して実験を行った。ここでは、日本舞踊の「振り」に見られる基礎動作である「オクリ」の動作を対象とする。「オクリ」とは、「進行方向の足を斜め前に出し、次に逆の足を入れ込み、再び進行方向の足を出して舞台の上手または下手に3歩歩く」動作のことで、胸や肩の動作を伴って、しっとりとした女性的な印象を表出する場面などで利用される。

図12は、okuri48と名づけられたオクリ動作データの中から一部を抽出したものである。これを用いてokuri48とは異なるokuri48aのデータ(okuri48に同じ動作とその前後の動作を含む動作に対して別にキャプチャしたデータ)を検索対象として検索を行なったときの結果のひとつが、図13である。類似の動作が検索されているのが分かる。なお、この場合は全身のジョイントを対象として検索を行なっている。

また、図14は、ラジオ体操の場合と同様に、検索質問データと検索結果のデータの類似の度合いを確認するために、図12、図13における右肩ジョイントRShoulderの座標値の時間変化をグラフ表示したものである。

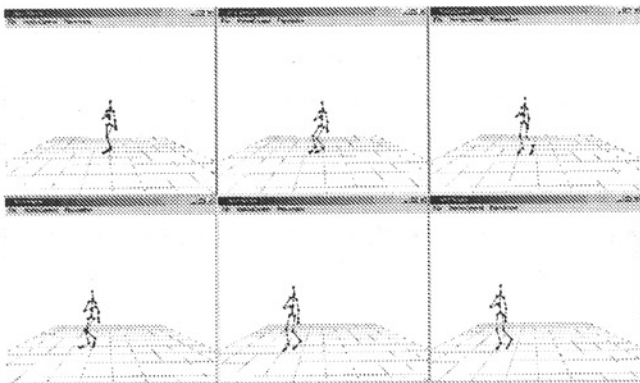


図12: 質問データ (okuri48)

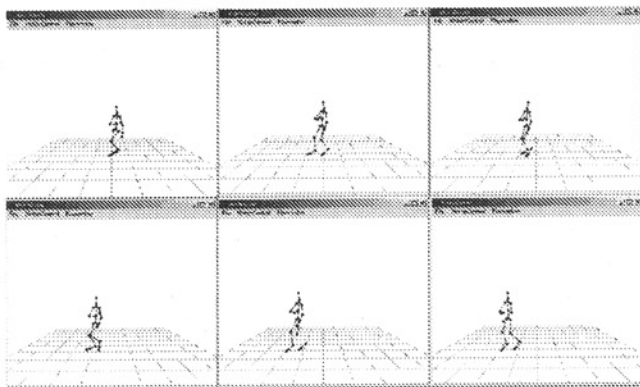
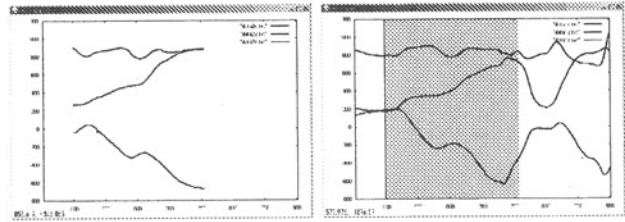


図13: 検索結果 (okuri48a の 569-738 フレーム)



(a) 質問データ (okuri48) (b) 検索結果 (okuri48a)

図14: RShoulder の座標値

3.4.3 部分検索

次に、身体の一部だけを指定して検索する、部分検索の結果について述べる。ここでも、動作データには日本舞踊の「オクリ」の動作を使用している。

図12に示したokuri48を質問データ、okuri49と名づけたデータを検索対象データとして検索を試みた。これらはいずれもオクリ動作に分類される動作であり、基本的に足の運びは同じ動作をする。しかし、上半身の動作は異なっており、okuri48では図12に示すように、この振り動作の間両手は腰より下におろしたままであるのに対して、okuri49では両手を肩より上にあげてオクリ動作を行っている。まず、これらのデータ間で、全身のジョイントを用いて検索を行ってみたところ、対応するオクリ動作の部分は検索することができなかった。

オクリ動作では特に両足(足首より先)の運びが特徴的である。したがって、ここでは、両足のジョイントR/LFootとR/LHeelだけを対象として検索を試みた。図15がその結果である。質問に用いた図12とは両手の動きが違うが、両足の動きは類似したものであることが分かる。

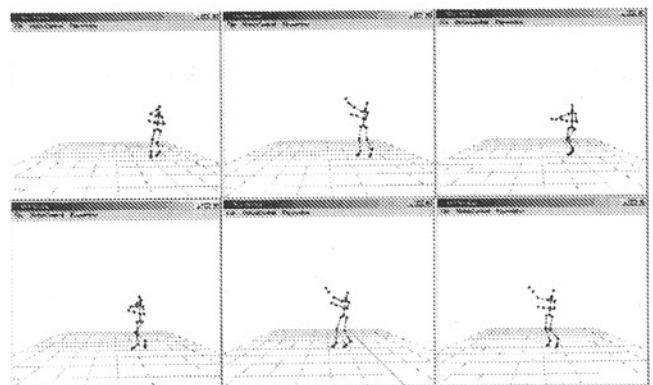


図15: 両足 (Foot,Heel) だけで検索した結果

前述したようにオクリ動作に分類される動作は、足の動作に共通性があるが、腕や頭などの上半身の動きは、それぞれのオクリの「役割」によって異なっている。ここで実験に用いたokuri48とokuri49はそのような関係

にある。したがって、上述したように、全身を用いた検索結果では、全身の動作に紛れて、足の動作について類似した動作を見失う結果になった。一方、両足のジョイントだけを用いた結果(図15)では、質問データ(図12)の足の動きによく類似したオクリの動作が得られている。このように身体の一部だけを利用した動作検索の有効性が確認できた。

3.4.4 全体動作が異なるデータ

検索により、よく似た動作データが得られるのは当然であるが、時折、一見異なる動作と感じられる動作が得られることがある。図17、図16がその例である。図17は図16のデータを使って得られた検索結果である。

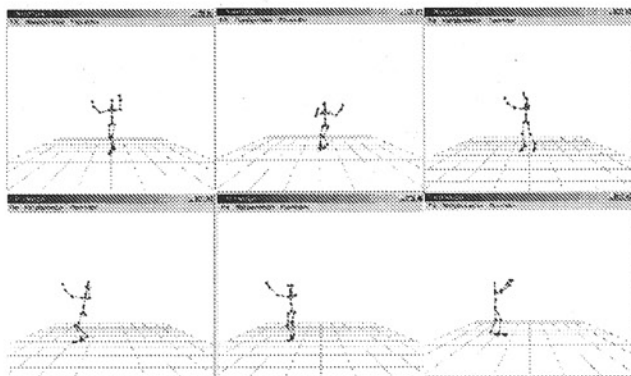


図16: 質問データ (okuri49)

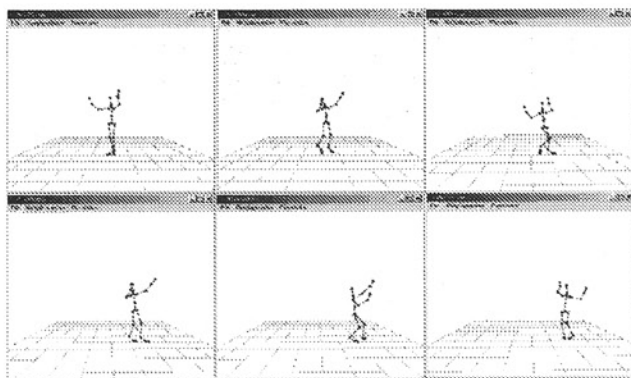


図17: 検索結果 (okuri49a)

図16と図17から分かるように、最初のフレームではほぼ同じ姿勢をしているが、その後、図16では、体全体が演者から見て、左まわりに回転しているのに対して、図17では右回りに回転しているのが異なる動作のように見える。しかし、この旋回動作の間、上半身および下半身はそれぞれのデータ間でほぼ同じ動作をしている。平面上での大きな旋回の違いは正規化により吸収

されるので、これらの2つの動作は類似動作として検索されることになる。

3.4.5 踊り手が異なる場合

以上で述べた実験では、検索対象のデータ、質問データとも、同一人物によるデータを用いていたが、次に、異なる人物による動作データ間の検索の実験を示す。

ここでは、動作データとして、舞踊の身体動作における感情表現の最小の表現単位とされる7つの舞踊動作(松本の7 motives[13])の中の、「寂しい(Lonely)」イメージを表す身体動作データを用いている。2人の演者SHとYSの動作データに対して、異なる演者TKによる動作データを質問データとして検索を行なった。

図18から図21に実験結果を示す。図18が質問に用いた演者TKによる動作データであり、演者SHの動作データから検索された2つの結果を図19と図20に示している。また、図21は演者YSのデータに対する検索結果である。図19から図21のどれも、質問データの図18によく似た動作が検索されており、踊り手の体型などの差異を吸収していることが分かる。なお、ここでは全身のジョイントを検索の対象としている。

図22、図23、図24は、それぞれ、図18、および、これによって得られた図19と図20の身体動作における右指RFinのジョイントの座標値の変化を、確認のため図示したものである。繰り返し動作もうまく検索されていることが分かる。

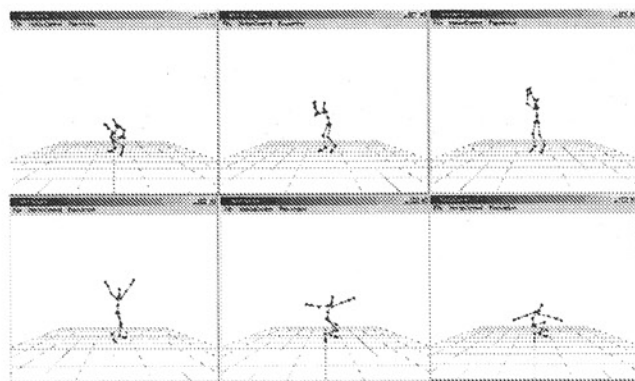


図18: 質問データ (TK)

4 おわりに

ここでは、われわれが行っているモーションキャプチャによる舞踊のデジタルアーカイブ化についての研究活動の簡単な紹介を行ったあと、モーションキャプチャデータの類似検索の試みについて述べた。

舞踊の定量解析・感性評価、Labanotationの利用に

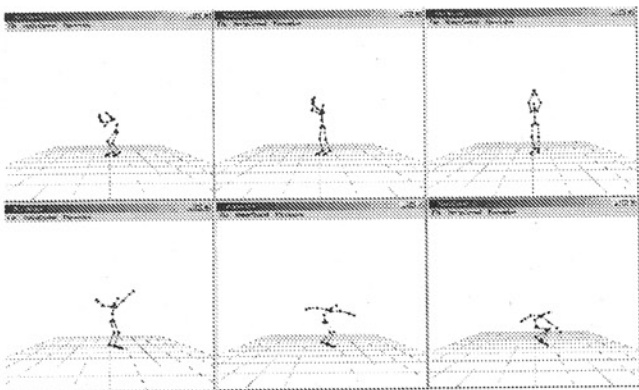


図 19: 検索結果 (SH その1)

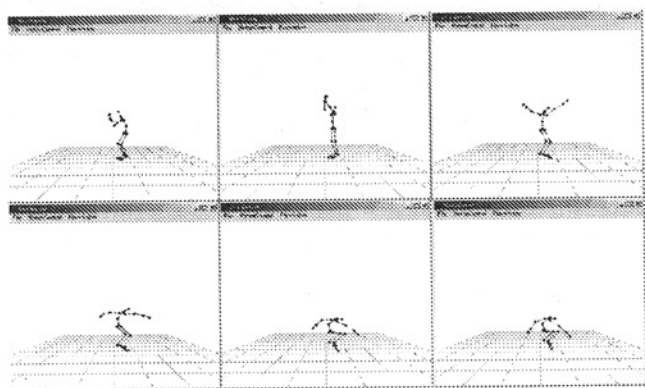


図 20: 検索結果 (SH その2)

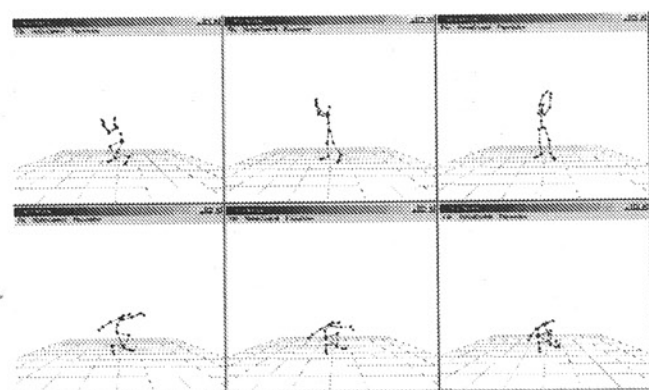


図 21: 検索結果 (YS)

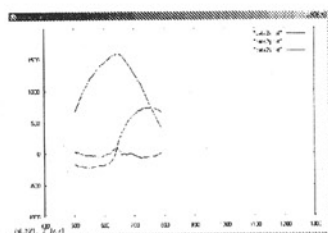


図 22: 質問データ (TK) の RFin の座標

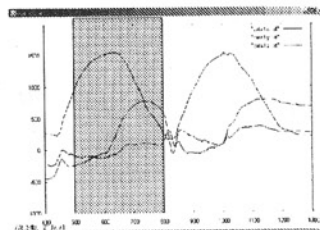


図 23: 検索結果 (SH その1) の RFin の座標

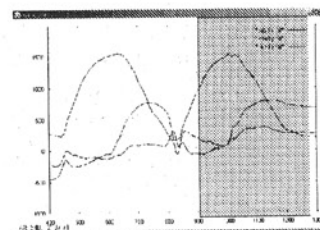


図 24: 検索結果 (SH その2) の RFin の座標

については、詳しく述べる事ができなかったが、これらについては、追って成果を報告する予定である。

身体運動の類似検索手法では DP マッチング法により、舞踊の動作の検索には良好な結果の得られることが分かった。今後、さらに十分な評価を行なうとともに、引き続き以下のような観点について検討する。

- DP マッチングにおける DP パス、閾値などの検討
- 体格差・年齢差や性差が検索結果へ及ぼす影響
- 身体動作の類似度定義についての検討
- 空間内での移動パターンを対象とした検索
- データ管理システムへの検索機能の組み込み

謝辞 能楽については、片山能楽保存財団の片山清司先生に日頃ご指導をいただいている。ここに、心より感謝の意を表す。日本舞踊の動作については、日本大学の丸茂美恵子先生にご教授いただき、また、実際にご自身の演技をキャプチャしてデータを利用させていただいた。ご指導ご協力について深く感謝する次第である。本学 COE 推進機構の吉村ミツ先生には、舞踊動作のデータ解析について日頃熱心にご討論いただいている。心より感謝する。プログラム作成と実験は本学大学院学生高橋信晴氏が担当した。また、モーションキャプチャにあたっては、本学研究員の小島一成氏にお世話になった。ここに記して感謝する。

参考文献

- [1] 八村広三郎: モーションキャプチャー技術による身体動作の分析・比較研究 - 3次元動画のデータベース化の

- 研究開発一、科学研究費補助金(地域連携推進研究) 研究成果報告書, 2002.
- [2] 中村明生, 庭山知之, 村上智一, 田端聡, 久野義徳: 舞踊動作の解析と応用システムの開発, 情報処理学会研究報告, CVIM-137, pp.85-92, 2003.
- [3] 中村美奈子: 舞踊の記録・分析・保存 - 舞踊記譜法(Labanotation)による舞踊研究試論一, 神奈川大学経営学部「国際経営論集」, No.19, pp.109-126, 2000.
- [4] Kozaburo Hachimura and Minako Nakamura: Method of Generating Coded Description of Human Body Motion from Motion-captured Data, Proc. IEEE ROMAN 2001 Workshop, pp.122-127, 2001.
- [5] 岡本賢一, 八村広三郎, 中村美奈子: 舞踊譜 Labanotationに基づく身体運動データ入力・編集・表示システムの開発, 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, pp.73-80, 2001.
- [6] Kazuya Kojima, Kozaburo Hachimura and Minako Nakamura: LabanEditor: Graphical Editor for Dance Notation, Proc. IEEE ROMAN 2002 Workshop, pp.59-64, 2002.
- [7] 中澤篤志, 中岡慎一郎, 池内克史: 複数舞踊動作からの個性の抽出および適用, 情報処理学会研究報告, CVIM-137, pp.101-107, 2003.
- [8] 吉村ミツ, 酒井由美子, 甲斐民子, 吉村功: 日本舞踊の「振り」部分抽出とその特性の定量化の試み, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J84-DII, No.12, pp.2644-2653, 2001.
- [9] 丸茂祐佳, 吉村ミツ, 小島一成, 八村広三郎: 日本舞踊の基礎動作「オクリ」に現れる娘形技法の特徴, 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, pp.39-46, 2003.
- [10] 井上正之, 岩館祐一, 鈴木良太郎, 柴真理子, 蓼沼眞: ダンスにおける身体動作表現に関わる物理量と印象との関係, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.25, No.35, pp.61-66, 2001.
- [11] A. Camurri, P. Coletta, B. Mazzarino, R. Trocca, and G. Volpe: Improving the man-machine interface through the analysis of expressiveness in human movement, Proc. 2002 IEEE ROMAN conf., pp.417-421, 2002.
- [12] 石川美乃, 神里志穂子, 星野聖: 舞踊における身体運動の特徴抽出と印象との関連性—下肢運動に関する検討—, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.25, No.29, pp.79-84, 2001.
- [13] 阪田真己子, 八村広三郎, 丸茂祐佳: 日本舞踊における身体動作からの感性情報の抽出—ビデオ映像を用いた評価実験—, 情報処理学会研究報告「人文科学とコンピュータ」, 2003-CH-60, pp.65-72, 2003.
- [14] 八村広三郎: モーションキャプチャデータからの特徴フレームの抽出, 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, pp.305-308, 2002.
- [15] 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.
- [16] 曾我麻佐子, 海野敏, 安田孝美: 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, 信学技報, MVE2002-116, pp.71-74, 2003.
- [17] 小島一成, 稲葉光行, 金子貴昭, 赤間亮, 八村広三郎, 瀬尾訓生, 長村玄: SMIL技術を用いた伝統芸能コンテンツの制作, 情報処理学会「人文科学とコンピュータ」研究会資料, 2003-CH-60, pp.57-64, 2003.
- [18] 小島一成: 身体動作データベースについて, 「モーションキャプチャ技術と身体動作処理」シンポジウム論文集, pp.25-28, 2003.
- [19] 大崎竜太, 上原邦昭: DTWを用いた身体動作における基本動作の抽出, 情報処理学会研究報告, データベースシステム 119, pp.279-284, 1999.
- [20] 川嶋幸治, 尺長健: 相関による類似動作抽出に基づく舞踊動作の解析, 情報処理学会研究報告, CVIM-137, pp.77-84, 2003.
- [21] 矢部武志, 田中克己: 身体動作データのマルチストリーム性を考慮した類似・非類似検索, 情報処理学会研究報告, データベースシステム 119, pp.285-290, 1999.
- [22] 高橋信晴, 八村広三郎, 吉村ミツ: モーションキャプチャを利用した舞踊身体動作の類似検索とその評価, 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, pp.31-38, 2003.