

モーションキャプチャ・プロジェクト —無形文化財のデジタルアーカイブ化と解析—

八村 広三郎

理工学部 情報学科

1 はじめに

「モーションキャプチャ・プロジェクト」では、無形文化財の保存と解析を主たる研究テーマにおき、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の研究を行っている。また、舞踊界で使われている舞踊譜 Labanotation に基づいた舞踊の記述法のデジタル化、および、これとモーションキャプチャとの連携についても検討している。

2 舞踊のアーカイブ化

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]。

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ことから、まだ十分にその機能を活用しているとはいえないが、すでに、ジャワ舞踊、能楽、舞楽、現代舞踊などの舞踊のキャプチャを行い、さまざまな観点から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。

モーションキャプチャに協力いただいている、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、ダンサーの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 [2][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。

Labanotation は、複雑で細かな身体運動にも対応できるようになっているため、誰にでもすぐに理解できるものとはいえない。しかし、身体各部の動作が図形で表現されるため、一覧性があり、ある程度の学習により理解できるようになる。Labanotation は1920年代に Rudolf von Laban によって考案されたものであるが、現在では、おもにアメリカの舞踊界・舞踊研究者を中心に広く利用され、多くの譜面が印刷出版されている。

Labanotation の実際の譜面の例を図1に示す [2]。譜面は下から上へ、左の列から右の列へと読んでいく。

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を看過するべきではないと考える。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、我々は、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。

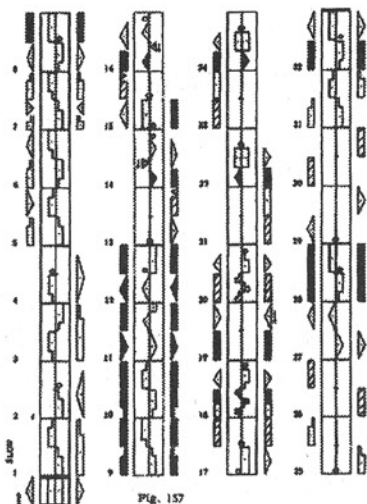


図 1: 舞踊譜 Labanotation の例 [2]

3 Labanotation に基づく身体運動データの入力・編集・表示システム

Labanotation に基づいた身体運動データ入力・編集・表示システムの全体的な構成は、図 2 のようになる。我々は Labanotation を、LND(LabaNotation Data) と呼ぶテキスト形式のデータで表現し、記録している [4]。Labanotation 生成システム (Motion2Laban) はモーションキャプチャデータから Labanotation を自動生成するためのソフトウェアである。舞踊譜エディタ (LabanEditor) は、インタラクティブに Labanotation 譜面を入力・編集し、LND を出力する。また、LND を VRML2.0 形式の身体運動データに変換することができる。身体動作表示システム (MotionViewer) は、LND から VRML2.0 形式に変換された身体動作データをアニメーションとして表示するためのシステムである。

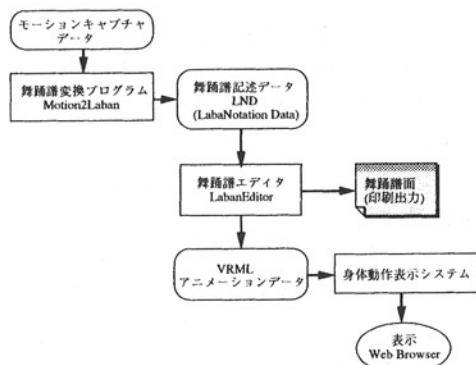


図 2: Labanotation に基づく身体運動の入力・編集・表示

3.1 身体動作データからの LND 生成

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 のデータ LND を生成する [5]。この目標とするところは、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。

最もベーシックな Labanotation では、水平方向を 9 方向、垂直方向を 3 方向に分割してこれらの組合せで運動の達成された時の身体部位の方位を表現する。したがって、基準となる親ジョイントを中心として、空間を $3 \times 9 = 27$ とおりの区画に分割し、子ジョイントがその中のどの区画に入っているかを調べるのが基本となる。

注目するジョイントの親となるジョイントを基準にした速度変化を求め、速度がある小さな閾値以上の値を持つ区間に動作データを区分する。これを動作セグメントという。各動作セグメント内で、身体部位のとる経路はさまざまな場合があり、どのような経路をとるかによって、その動作セグメントをどのような Labanotation のシンボルの系列で表現すればよいかは異なってくる。

最も単純な場合は、この一つの動作セグメントは一つの Labanotation シンボルで表現できる。しかしながら、たとえば、「右手を、真下におろして体に密着した姿勢から、頭上に真っ直ぐにあげて停止するまでの動作」を、途中で停止せずになめらかに行った場合、このセグメントの動作は、いくつかのシンボルの系列を用いて表現する必要がある。また、右手の通る経路によってもシンボルの系列は当然異なったものになる。細かなシンボルの系列が生成されることもあるので、これをあるルールに基づいたフィルタにより統合する処理を行う。

現時点では、四肢の基本的な動作について対応できるようにしている [5]。

3.2 舞踊譜編集システム LabanEditor

LabanEditor は 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・編集を可能にするものである [6]。作成・編集した譜面は印刷出力できるのは当然であるが、このデータは LND 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。

図 3 は編集する舞踊譜面の表示や各種コマンドを選択できるメインウィンドウである。このウィンドウ内にあるキャンバスにシンボルを置いたり、移動させたり、編集することによって舞踊譜面を描く。各種シンボルは、

Direction シンボルボタン, および, 付加記号選択ボタンの操作により入力する.

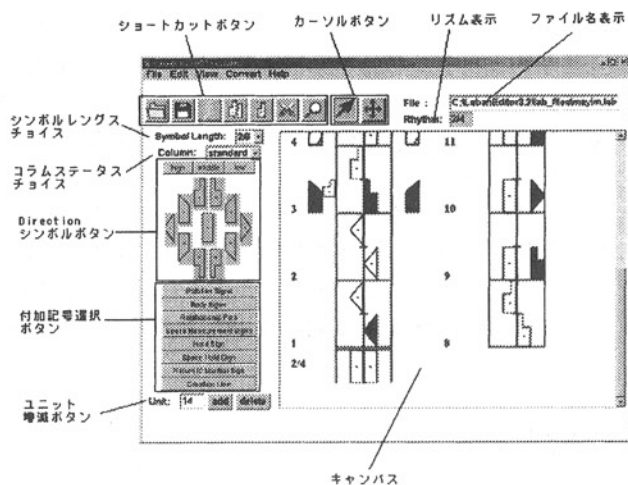


図 3: LabanEditor の画面

入力・編集した Labanotation 譜面に対応する身体動作を表示するために, LND 形式のデータを VRML2.0 形式のアニメーションデータに変換する. これには, Labanotation シンボルに対応する個々の LND の記述に対して, 対応するジョイントの角度データを記述したデータを動作変換テンプレートファイルとして用意しておき, その内容にしたがって身体動作データに変換する.

アニメーションデータは, VRML の Interpolator ノードのデータとして生成される. CG モデルの動作は, Labanotation シンボルの開始時点と終了時点のそれぞれの身体姿勢をキーフレームとして, その間を補間する形で生成されるが, これを単純な線形補間ではなく, 適切な非線形補間を行うことにより, 同じ LND 記述で表される動作でも, それをたとえば「優雅」に表現したり, 「快活」に表現したりできるようになっている.

3.3 身体動作表示システム MotionViewer

MotionViewer は, LabanEditor によって LND から変換・出力された VRML2.0 形式のデータを読み込んで, 身体動作を表示する (図 4).

CG モデルの関節構造定義データ, CG 描画用の各身体セグメント形状の定義データ, データ変換部で生成されたアニメーションデータをファイルから読み込む. これで身体モデルのデータと, そのアニメーションデータとからなる, ひとつの VRML ファイルが形成されている.

身体動作表示システムには, ウェブブラウザと VRML2.0 対応プラグインを用いる. また, 人体モデルの動作表示 (アニメーション) 制御を行うフレームコントロールボ

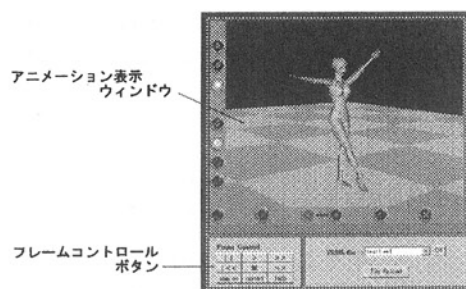


図 4: MotionViewer

タンの部分は, Java アプレットによって実現している.

LabanEditor で入力・編集した舞踊譜面を MotionViewer による 3DCG で身体動作として表示した例を図 5 に示す.

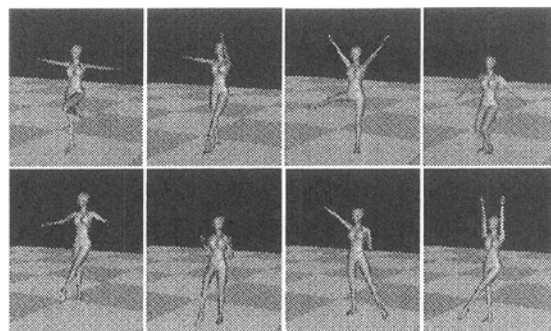


図 5: Labanotation 譜面からの身体動作の再現

4 モーションキャプチャデータの解析

4.1 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. 今後, 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, 同時に収録したビデオデータ, また, 対応する Labanotation データなどを連携して管理するための身体運動データの管理システムを構築中である. 完成時には, 権利関係の整理されたものについては, Web で公開していくことを考えている. 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, 動作データの検索についても実現できるよう, DP マッチングを利用した方法を開発中である.

また, ダンス, 日本舞踊などにおいては, いくつかの単位となる身体動作があり, これらの単位動作の組み合わせによりそれぞれの舞踊が成り立っているといわれている. このような単位動作にはどのようなものがあるかを検討し, モーションキャプチャによりこれを記録

しデータベース化する。単位動作の組み合わせにより、新しい舞踊が生成できるかどうかについての検討も行う [7].

4.2 特徴的フレーム抽出

舞踊は時間芸術であり、時間の経過により表現されるものであるが、ある瞬間瞬間のポーズにより、表現される部分も多い。このような観点から、一連の舞踊のモーションキャプチャデータの中から、その舞踊を適切に表す、いくつかの特徴的で代表的な身体ポーズを抽出する基礎的な手法について研究している [8].

舞踊における「見せ場」はどのような特徴をもっているか、また、それは、見る人にどのような印象を与えるか、などがおもな課題となる。

4.3 舞踊の定量評価

舞踊の上手下手、表現力の豊かさなどはどのような身体姿勢や運動によって形成されるのかを、モーションキャプチャデータの定量的な解析によって行う [9]. これは、もちろん対象とする舞踊の種類により、注目すべき部位や特徴量が異なるが、たとえば、腰の部分の動き、手の先の動きなどから特徴抽出を行い、これに基づいて、定量評価の可能性を探る。

4.4 舞踊の感性評価

舞踊とは、人間の身体運動に他ならないが、舞踊を見る人は、身体の動作からさまざまな感性的な印象を受ける。従来は、ビデオなどの2次元の映像を基本として、舞踊と印象との対応が行われている [10] が、さらに、モーションキャプチャによる3次元身体運動データをもとに、印象との関連を求める感性情報処理の研究を行う。また、それをもとに、舞踊の身体動作を、音楽演奏情報から得られる感性的パラメータにより、修飾して3DCGとして表現することを試みる [11].

5 おわりに

ここでは、現在本プロジェクトで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、特に、Labanotationとの連携およびキャプチャデータの解析を中心に、研究活動の簡単な紹介を行った。紙幅の関係で、後者については十分に述べられなかったが、今後、さらにこれらを展開していくとともに、舞踊を中心とする芸能の分野において、バーチャルリアリティ技術の応用をはかっていきたいと考えている。

一方、モーションキャプチャによりアーカイブ化した舞踊のデータを再現し表示するためには、3次元CGによるレンダリングが必要である。モーションデータからの3次元CGの作成は、すでに、市販のCGソフトを活用することにより可能であるので、ここには研究的要素は少ないが、CG作品のオーサリングには、多くの経験とノウハウ、また芸術的センスも必要である。このため、本プロジェクトでは、アーカイブ化されたモーションデータの活用の観点から、CGコンテンツの作成にも精力を注いでいる。キャプチャデータをCGモデルに割り当てる段階やカメラワーク、アニメーションの構成などで、専門の能楽師と協同しながら作業を行っている。

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 -, 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] Ann Hutchinson: Labanotation, Theatre Arts Books (1977)
- [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 -, 神奈川大学経営学部「国際経営論集」, No.19, pp.109-126 (2000)
- [4] 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)
- [5] 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)
- [6] Kazuya Kojima, Kozaburo Hachimura and Minako Nakamura: LabanEditor: Graphical Editor for Dance Notation, Proc. IEEE ROMAN 2002 Workshop, pp.59-64 (2002)
- [7] 長澤嗣治, 八村広三郎, 小島一成: モーションキャプチャデータのライブラリ化に基づく舞踊のアニメーションと舞踊譜生成, 情報処理学会研究報告「人文科学とコンピュータ」, 57-7, pp.41-48, 2003
- [8] 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
- [9] 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)
- [10] 阪田真己子, 柴真理子, 米谷淳, 蓼沼眞: 舞踊運動における身体メディア情報のモデル構築, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.3, No.4, pp.259-268, 2001
- [11] 濱田雅史, 八村広三郎: 音楽情報から抽出される感性情報によるCGの舞踊表現の制御, 情報処理学会研究報告「人文科学とコンピュータ」, 57-7, pp.49-56, 2003