

舞踊符による動作の記述法の提案

海賀孝明* 湯川崇† 長瀬一男*
工藤公樹‡ 佐々木信也‡ 小原直子§ 玉本英夫§

*わらび座, †秋田経法大短大部, ‡秋田県工業技術セ, §秋田大

音楽においては楽譜という表記法があるが、人間の動作に関しては体系化された表記法が確立されていない。人間の動作は3次元空間に時間を加えた情報をもっているため、紙等への2次元表記が困難だからである。また、民族芸能は人々の生活に根ざしていることによる多様性を特徴としているため、既存の表記法は記録に適さない。

本稿では初めに、コンピュータの利用を前提とし、舞踊符を用いて人間の連続した動作を記述する新しい手法の提案を行う。舞踊符とは、ユーザによって任意に定義された動作に対して、一意に付けた記号である。

次に、舞踊符とモーションキャプチャシステムを用いた動作記述システムについて述べる。実験により、動作記述システムが民族芸能をはじめとする動作の記録・創作のための有効な手法となる可能性を示すことができた。

Proposal of a Description Method of Movement Using Buyo-fu

T.Kaiga*, T.Yukawa†, K.Nagase*,
K.Kudo‡, S.Sasaki‡, N.Obara§ and H.Tamamoto§

*Warabi-za, †Akita Keiho Univ., ‡Akita Prefectural Industrial Research Inst., §Akita Univ.

There exists a description method of a score for music, but a systematic description method has not been established for a human movement. This is because the human movement has not only the information of three-dimensional space but also the information of time, and so it is difficult to describe it two-dimensionally on a paper. Since folk dances have been originated in the life of people, it has the characteristics of multiplicity. This is why an existing description method is not suitable for ethnic performances.

This paper describes a new description method in order to describe human movement using Buyo-fu on the premise of the usage of a computer. The Buyo-fu is a symbol uniquely named to each series of human movement arbitrarily defined by a user.

We also describe a movement description system we have developed using the Buyo-fu and a motion capturing system. This description system proves to be a good candidate for archives and creation of such movement as folk dances.

1 はじめに

私たちのまわりに伝えられている多数の民族芸能は、ひとからひとへと受け継がれ今に至っている。これら民族芸能は、村社会の崩壊等により消滅したり、受け継がれていく中で互いに影響を受け創作発展しながら時代とともに変化し、多様性を特徴としている。

私たちは民族芸能を受け継ぐために、写真、映画、ビデオ等のその時代に応じた媒体に動作を記録し、それを補助手段として用いてきた。しかし、人間の動作は、本来3次元空間における時間とともに推移する情報であるが、これらは人間の動作を2次元の情報、または2次元と時間を合わせた情報で記録するため、忠実に記録や再生することができなかった。

民族芸能を記述するために、絵や記号を用いて紙に表記する様々な方法が考案されてきた¹⁾²⁾。しかし民族芸能の多様性のために、現代舞踊における Labanotation のような統一的な表記法を作ることは困難となっている。

民族芸能を体得するためには、習得過程において個々の動作(振り)を繰り返し練習する。また、実際に演じるときは、振りの繰り返しや、振りの入れ替え等を行い、創作されていく。映画やビデオでは連続的に動作を記録・再現するため、特定の振りを再現するには向かない。

このような状況の中で、多様性のある民族芸能を忠実に記録・再生でき、体得する際の補助手段や創作の道具として使うことができる、動作の記述手法の開発が望まれている。このためには、1) 3次元と時間を合わせた情報で記録できる、2) 統一性を求めるよりむしろ多様な情報を多様なまま取り扱うことができる、3) 一連の動き(踊り)を個々の動作(振り)として取り扱うことができる手法の開発が必要であろう。

近年、人間の動作をコンピュータに取り込

み時系列で3次元記録するモーションキャプチャシステムが開発され、CG等で人間を忠実に動かすためのデータを取得するときに活用されている。モーションキャプチャシステムは人間の動きを3次元と時間情報で記録する道具として極めて有用である。

一方、コンピュータは高機能化が進み、マルチメディア情報を取扱うことができ、加えてデータベースを構築しそれを効率よく活用することが可能になった。データベース化は、多様なデータを効率よく扱う手段を提供する。

そこで、本研究では、多様性を持つ民族芸能を忠実に記録し、踊りの振りを単位として取り扱うための舞踊符と名付けた動きの表現方法を提案した³⁾⁴⁾。舞踊符はモーションキャプチャで記録した振りに記号を付けたものである。舞踊符を用いることにより、一つの舞踊を正確によく表現することができ、踊りの記録が可能となるだけでなく、新たな踊りの創作も可能になる。実際に本手法を用いて動作記述システムを開発し、いくつかの民族芸能に適用したところ、民族芸能をはじめとする動作の記録・創作のための有効な手法であることが分かった。

2 舞踊符・舞踊譜

踊りの振りに一意の記号を付けたものを舞踊符と呼ぶ。例えば、口唱歌での単位や、お囃子のフレーズ単位のようなものである。この振りは、ユーザがある意味を持つ動作として規定し、任意に定義付けられるものである。舞踊符を組み合わせることによって、一連の動作を記述できるようになる。

今回、英数字を使った記号で舞踊符を表わした。形式は、踊りと、それに含まれる振りを表わす2文字ずつの英数字をハイフンでつないだ記号とした。例えば、以下のようになっている。

- ・ ON-B1 (鬼剣舞の早念仏の振り)
- ・ ON-T1 (鬼剣舞のトウデコ1の振り)

この舞踊符の組み合わせによる動作の記述を舞踊譜と呼ぶ。

3 動作記述システム

舞踊符を使った動作記述システムの概要を述べる。本システムは図1に示すように、合成する動作のもととなる「動作データベース部」と、舞踊符を組み合わせて一連の動作を記述し、その動作を合成・出力する「動作作成部」とから構成される。

動作データベース部においては、振りを表すためにモーションキャプチャシステムを使用して記録したモーションキャプチャデータ(Mocapデータ)を用いる。標準化を行ったMocapデータを、舞踊サンプリングデータと呼ぶ。舞踊符と舞踊サンプリングデータを対応づけるために、インデックステーブルを用意する。

動作作成部において、舞踊符を組み合わせて舞踊譜を作成するためのツールを舞踊コンポーザと呼ぶ。そこで作成された舞踊譜をもとに一連の動作を合成するツールを舞踊コンバータと呼ぶ。舞踊コンバータからは、3次元再生できるVRML, BVA形式の3次元モーションデータが出力される。

4 動作データベース部

4.1 動作の3次元記録

アクターの動作を記録するために、モーションキャプチャシステムを使用した。モーションキャプチャシステムは、人間の各部に取り付けたマーカまたはセンサの位置情報や角度情報を、時系列の3次元データとしてコンピュータに取り込む装置である。

本研究では、図2に示すような、POLHEMUS社のSTAR☆TRAKモーションキャプチャシステムを使用した。このシステムの特徴は、センサの情報を計測するために磁気を用いること、メモリパックを用いてコードレスによる記録を実現できることである。光学式の装置と同程度の動きやすさを確保しながら、光学式よりも正確な角度と位置の計測が可能である。



図2 モーションキャプチャシステム

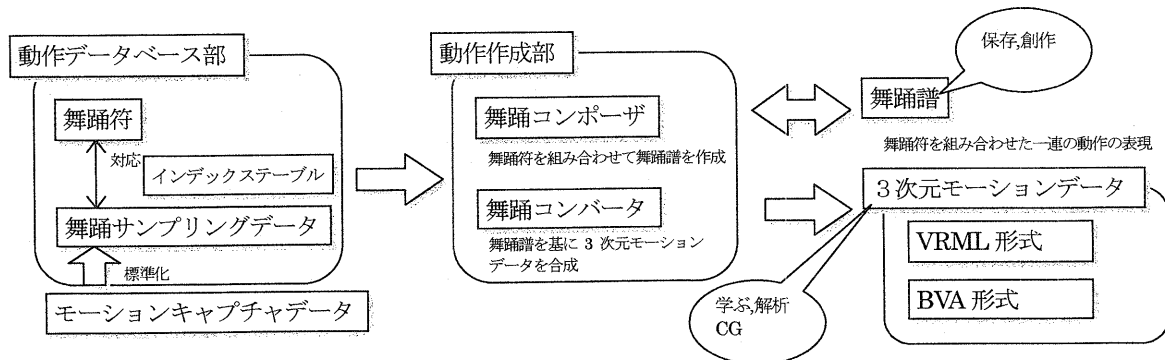


図1 システム構成図

アクターの踊りを記録するにあたり、図3に示すように、身体を15のセグメントに分割する。各セグメントにセンサを取り付け、1秒毎に120フレームのMocapデータを記録する。各センサは、図4に示すようにアクターの動作が明確に計測でき、急激な動作においてもずれない位置に固定する。

記録したMocapデータは、BioVision社のBVA形式で保存する。この形式では、図5に示すように、各センサ毎にセグメント名、動作全体のフレーム数、1フレームあたりの時間、およびフレームのデータが並ぶ。1フレームのMocapデータは、3次元の位置、角度、ならびに位置のスケールの情報で構成されている。

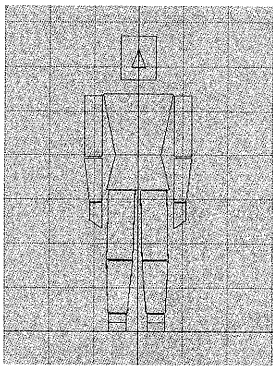


図3 身体のセグメント化

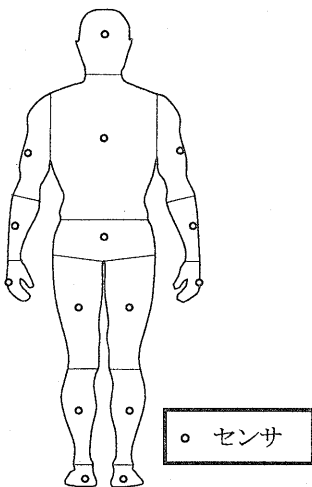


図4 センサの取付け位置

4.2 Mocap データの標準化

Mocap データは、アクターの動作を正確に表現しているが、アクターの体型がそれぞれ異なるため、相互に組み合わせる再利するには適さない¹⁹⁾。そのため、標準的な体型を規定し、それをもとに Mocap データを標準化し、舞踊サンプリングデータを作成する。

標準化の作業は Kaydara 社の FILMBOX を用いて以下のように行う。

- 1) 図6に示すような、標準的な体型と同じ長さのセグメントのモデルを作成する。
- 2) Mocap データを取り込む。
- 3) 腰の位置に取り付けたセンサを親として、標準モデルの腰にあたるセグメントとの親子付けを行う。
- 4) 他の14個のセンサと、それぞれの各センサに対応する標準モデルの各セグメントとの回転の関連付けを行う。
- 5) Mocap データを再生することにより、3),4)で行った関連付けが標準モデルに反映し、舞踊サンプリングデータが作成される。

作成された舞踊サンプリングデータは、BVA形式で保存する。作業中の画面の例を、図7に示す。この作業により、各セグメントの長さが規定した標準モデルの長さに補正される。さらに図8に示すように、センサを関節の位置に移動する。これは、後に3次元グラフィックス処理ソフトでモーションデータを利用することを考慮したためである。

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| Segment: Hip | | | | | | | | | | | | |
| Frames: 118 | | | | | | | | | | | | |
| Frame Time: 0.033333 | | | | | | | | | | | | |
| XTRAN | YTRAN | ZTRAN | XROT | YROT | ZROT | XSCALE | YSCALE | ZSCALE | | | | |
| INCHES | INCHES | INCHES | DEGREES | DEGREES | DEGREES | PERCENT | PERCENT | PERCENT | | | | |
| -0.3718 | 20.4638 | -2.1450 | 6.1857 | 2.6590 | 1.1791 | 100.0000 | 100.0000 | 100.0000 | | | | |
| -0.5037 | 20.6603 | -2.2486 | 7.3970 | 2.5909 | 0.7183 | 100.0000 | 100.0000 | 100.0000 | | | | |
| -0.5301 | 20.8994 | -2.2957 | 8.4050 | 2.3911 | 0.3320 | 100.0000 | 100.0000 | 100.0000 | | | | |
| -0.5159 | 21.1892 | -2.3004 | 9.0998 | 2.1499 | 0.0449 | 100.0000 | 100.0000 | 100.0000 | | | | |
| -0.3960 | 21.4442 | -2.2827 | 9.5807 | 1.7744 | -0.1614 | 100.0000 | 100.0000 | 100.0000 | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | |

図5 BVA形式のファイル例

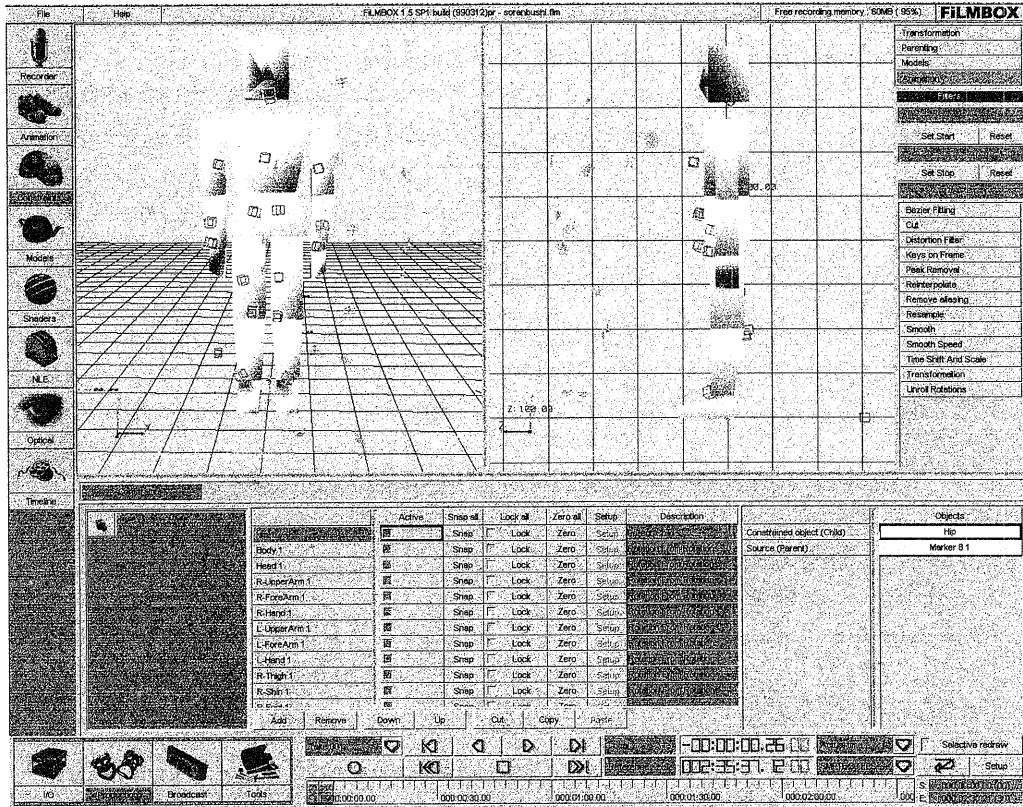


図 7 FiLMBOX での作業画面

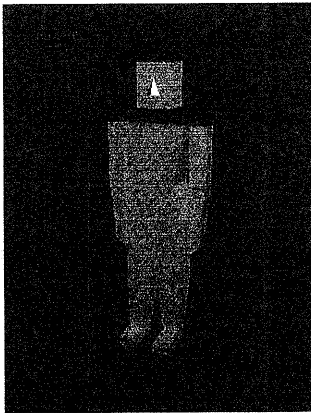


図 6 標準モデル

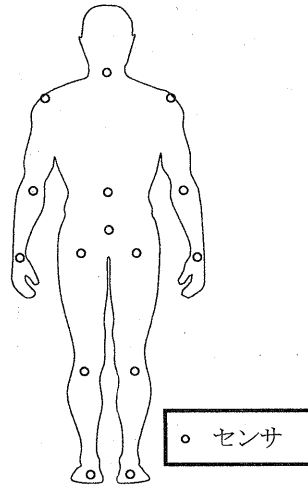


図 8 修正後のセンサ位置

4.3 動作のデータベース化

再利用可能にするため、舞踊サンプリングデータのデータベース化を行った。

このデータベースのインデックステーブルの構造には次の項目が含まれている。

- ・ 舞踊名
- ・ 舞踊符
- ・ 舞踊サンプリングデータファイル名
- ・ 開始フレーム番号
- ・ 終了フレーム番号
- ・ 振りの名前
- ・ 振りの解説

開始フレーム番号と、終了フレーム番号は、舞踊符の舞踊サンプリングデータでの位置を表わす。このデータベースからは、セグメント単位で舞踊サンプリングデータを取り出すことが可能である。

5 動作作成

舞踊符を任意に組み合わせて動作作成を行うため、舞踊譜の作成を行う「舞踊コンポーザ」、並びに舞踊譜をもとに動作を合成・出力する「舞踊コンバータ」を開発した。

舞踊コンポーザでは、より細かい動作の記述を可能にするため、舞踊符の概念を拡張し、舞踊符を人間の部位(頭部、腕部、胴部、脚部)毎に利用できるようにした。これらの部位は、図9に示すように、それぞれの中に含まれるセグメントをグループ化することにより表わされる。各々の部位は、隣り合う部位との接点となるセグメントを共有する。このセグメントを、共有セグメントと呼ぶ。共有セグメントには、脚部と胴部の接点となる腰のセグメント、および胴部と腕部、並びに胴部と頭部の接点となる胸のセグメントがある。

これらのプログラムは、Java 言語を用いて記述した

5.1 舞踊コンポーザ

舞踊コンポーザは、動作データベースのインデックステーブルに記述されている舞踊符を、人間の部位毎に、時間軸に沿って配置することにより動作を記述する。舞踊符は、動作の速度を変化させるために、時間軸方向に伸縮ができる。記述した動作は、舞踊譜として保存する。画面例を、図10に示す。

5.2 舞踊コンバータ

舞踊コンバータは、作成した舞踊譜に記述されている舞踊符を動作データベースから読み込み、動作を合成して新しい3次元モーションデ

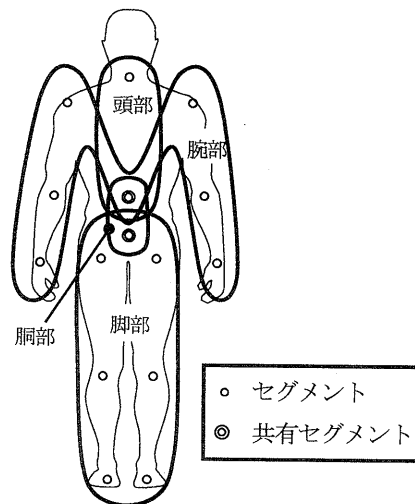


図9 人間の部位

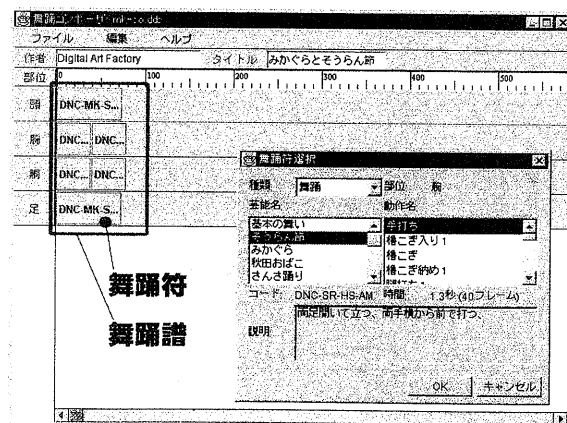


図10 舞踊コンポーザ画面例

ータを生成する。生成されたデータは、VRML形式と、BVA形式で保存できる。VRML形式のものはブラウザで動作を表示することができ、BVA形式のものは3次元グラフィックス処理ソフトを用いたアニメーション等の作成に利用できる。

5.3 動作の記述

舞踊コンポーザで編集した舞踊譜は保存コマンドにより DDS (Digital Dance Score) と名付けた形式でディスクに保存される。図 11 に DDS 形式の例を示す。

最初の文字が#で始まる行はコメント行である。ただし#の後に Title:, Author:, Data:のキーワードが続く行は、それぞれ舞踊譜のタイトル、作成者、作成日を表すために用いられる。

最初の文字がアルファベットで始まる行は部位を定義する行である。部位名の後に":"(コロン)を置き、その後に、その部位に含まれるセグメント名リストを記述する。セグメント名リストはセグメント名を","(コンマ)で区切ったものである。セグメント名リストの先頭には、他の部位と共有するセグメント名を記述する。

部位名を定義する行の次の行から、舞踊コンポーザに配置した舞踊符の情報を、1つの舞踊符につき1行ずつ記述する。この行は、

開始フレーム:動作フレーム数:舞踊符

の形式になっており、舞踊符が表す動作を「開始フレーム」から「動作フレーム数」が表すフレーム数で実行することを表している。

```
# Title: みかぐらとそうらん節
# Author: Digital Art Factory
# Date: 1999/04/23 18:26:57
HD: Body, Head
0:75:DNC-MK-S1-HD
AM: Body, L-UpperArm, L-ForeArm, L-Hand, R-UpperArm, R-ForeArm, R-Hand
0:40:DNC-SR-HS-AM
40:40:DNC-SR-HS-AM
BD: Hip, Body
0:40:DNC-SR-HS-BD
40:40:DNC-SR-HS-BD
LG: Hip, R-Thigh, R-Shin, R-Foot, L-Thigh, L-Shin, L-Foot
0:75:DNC-MK-S1-LG
```

図 11 DDS 形式のファイル例

5.4 新しい動作の合成

舞踊譜から新しい動作を合成する手続きは、部位間の合成と、時間軸方向での動作間の合成とに分けて行う。

部位間の合成手続きは、人間の姿勢は脚部が基準となっていると考え、初めに脚部に胴部を接合し、続いて胴部に腕部、胴部に頭部、の順に部位を接合することで行う。このとき、脚部のデータは舞踊サンプリングデータをそのまま使用する。それ以外の部位を接合する場合には、接合しようとしている部位の共有セグメントの位置と角度が、相手となる共有セグメントの位置と角度が等しくなるように、移動と回転を行う。接合しようとしている部位の共有セグメント以外のセグメントは共有セグメントを中心として回転を行い、共有セグメントと同じ量だけ移動させる。

動作間の合成手続きは、1つ前の動作の終了フレームの腰のセグメント位置から、その後続く動作の腰のセグメント位置を移動することにより行う。

6 動作作成例

動作作成例として、2つの舞踊符を組み合わせて創作した例を示す。頭と脚には踊り「みかぐら」の振り「スピン」の舞踊符「MK-S1」を、腕と胴に踊り「そうらん節」の振り「手打ち」の舞踊符「SR-HS」2つ、を組み合わせた動作である。

図 12 は、舞踊コンポーザにて舞踊符を並べ作成例の動作を記述した画面である。

図 13 は、作成例の舞踊譜から舞踊コンポーザで作成した 3 次元モーションデータを、VRML 形式で保存し、表示した画面である。

図 14 は、3 次元モーションデータを BVA 形式で保存し、3 次元グラフィックス処理ソフト上で人形を割り当て、正面からの視点で 1 秒あたり 3 コマの表示をした画面である。

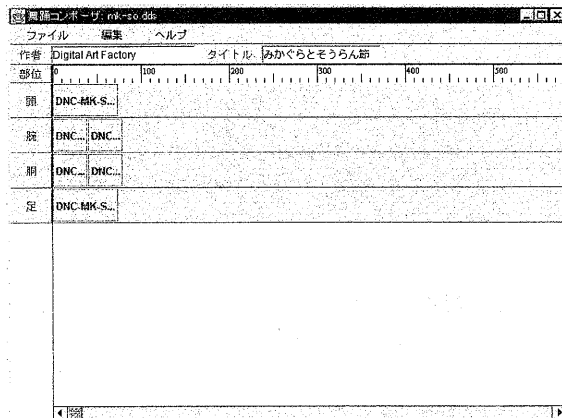


図 12 動作作成例

7 おわりに

本研究では、一連の動作を記述できる舞踊符を提案した。この舞踊符を用いて舞踊譜を作成する舞踊コンポーザ、及び動作を合成・出力する舞踊コンバータの開発を行った。16 曲の踊りから、366 の舞踊符を作成し、これにより踊りの記録、創作が可能となった。

民族芸能以外の柔道や体操等のスポーツ分野、日常の動作を符号化し、体系化することで動作の習得、シミュレーションなどにも広く応用が期待できると考えられる。

今後の検討事項として、動作の検索が容易にできる舞踊符の設計、身体をより正確に表わすことのできるセグメント化、舞踊符の時間軸方向での合成手法等がある。

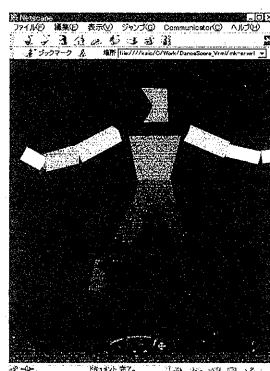


図 13 VRML 形式での表示例

参考文献

- [1]堀野三郎: "身体運動における運動記譜法の応用<2>",長崎大学教育学部教科教育学研究報告,第 25 号,pp.45-54, 1995
- [2]和栗由紀夫: "舞踏譜",ジャストシステム,1998
- [3]海賀孝明,他: "舞踊符による動作の記述法の提案",電子情報通信学会総合大会 A-16-21, (1999.3)
- [4]湯川崇,他: "舞踊符による 3 次元モーションデータの合成",電子情報通信学会総合大会 A-16-22, (1999.3)
- [5]崎山朝子,他: "リアルタイム手話アニメーションの合成方法",信学論 J79-D-II, (1996.2)

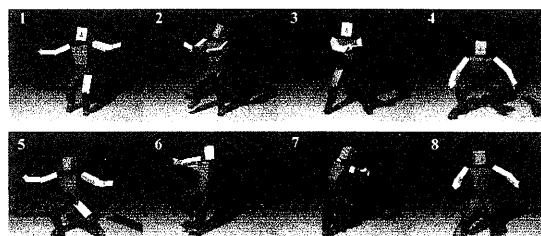


図 14 BVA 形式での作成例

(付録) 紙への表記例



わらび座「基本の舞」より<出し足>