

## 舞踊譜 Labanotation に基づく身体運動の処理 - 譜面読取り LabanReader と 譜面エディタ LabanEditor -

吉田 康行† 松岡 洋介 八村広三郎  
立命館大学 理工学部

人間の身体動作を情報処理の対象として扱うことは、近年、特にマンマシンインタフェースの高度化や、仮想現実感環境の実現などの面で、ますます関心が高まってきている。ここでは、複雑な身体形状の動きを入力し記述することが、特に大きな問題となっている。われわれは、コンピュータによる身体動作の入力と記述の方法として、舞踊の分野で人間の動作を図形的な記号で記述するために使われている舞踊譜 Labanotation に基づいたデータ表現を用いることを試みている。本論文では、Labanotation の譜面の自動読取りシステム LabanReader と、Labanotation の図面エディタ LabanEditor について報告する。前者は、印刷された舞踊譜 Labanotation の譜面をイメージスキャナを用いて画像データとして読み取り、文書画像処理の手法を用いて舞踊譜の図式記号を認識し、動作記述データとして出力するものである。また、後者は、Labanotation の譜面を、マウスを用いたグラフィック操作で対話的に入力・編集・印刷し、さらに、ディスプレイ上で身体動作を表示するために身体運動記述データに変換するものである。これらのシステムを利用することにより、Labanotation で記述された多くの舞踊やダンスなどの身体運動をコンピュータシステムで利用することができる。

## Processing of Human Body Movement based on Labanotation - LabanReader and LabanEditor -

Yasuyuki Yoshida †      Yosuke Matsuoka      Kozaburo Hachimura  
Ritsumeikan University

Processing human body movement information is becoming important in the field of man-machine interaction and virtual reality environment. Effective description of human movement has been a key issue. A notation called Labanotation has been used in the field of dance, which is a graphical representation of human movement by using several types of graphical symbols. We have been trying to incorporate this notation scheme into computerized handling of human body movement. This paper describes two systems; LabanReader and LabanEditor. LabanReader is an automatic Labanotation reader, which recognizes Labanotation symbols, and converts graphical notation into internal representation. LabanEditor is, on the other hand, an interactive graphical editor for preparing Labanotation scores. By using LabanEditor, a user can write Labanotation score from a scratch, or can edit the output result of LabanReader. Data obtained by these systems can be displayed as an animation of a human body model in 3D graphics.

†現在 日立電子サービス(株)

†Currently with Hitachi Electronics Services Co., Ltd.

# 1 はじめに

人間の身体動作を情報処理の対象として扱うことは、近年、特にマンマシンインタフェースの高度化や、仮想現実感環境の実現などの面で、ますます関心が高まってきている [1, 2]。身体運動の取り扱いには、大きく分けて、身体運動の入力と記述（コード化）、データベース化、運動の表示の3つの課題があるが、複雑な身体形状の動きを入力し記述することが、特に問題となっている [3]。

舞踊の分野では、Labanotation と呼ばれる舞踊譜が考案されている。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。舞踊譜は、元来コンピュータへの入力のために開発されたものではないし、また、複雑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というものでもない。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。このような観点から、われわれは、コンピュータによる身体動作の入力と記述の方法として、Labanotation [4] に基づいたデータ表現を用いることを試みている [1]。

ここでは、この Labanotation の譜面の自動読取りシステム LabanReader と、Labanotation の図面エディタ LabanEditor について報告する。前者は、印刷された舞踊譜 Labanotation の譜面をイメージスキャナを用いて画像データとして入力し、文書画像処理の手法を用いて舞踊譜の図式記号を認識し、動作記述データとして出力するものである。また、後者は、Labanotation の譜面を、マウスを用いたグラフィック操作で対話的に入力・編集・印刷し、さらに、ディスプレイ上で身体動作を表示するために身体運動記述データに変換するものである。

## 2 舞踊譜 Labanotation の記法

### 2.1 Labanotation の譜面

図1は Labanotation の譜面の例である [4]。楽譜と異なり、Labanotation は下から上へ、そして左から右側の列へと読み進んでいく。譜面には時間の刻みを表す横線（小節線。楽譜では縦線に相当）が等間隔で記入されている。舞踊譜のそれぞれの列は、楽譜の五線に相当する3本の縦線で区切られている。中央の線が体の中心を表し、中心線より右側が体の右側、左側が体の左側の各部分の動作を記述するために使われる。

3本の縦線によって構成される縦の列（コラムと呼ぶ）は、図2に示すように、人間の身体各部分に対応している。たとえば、左腕（Left Arm）に対応するコラムを

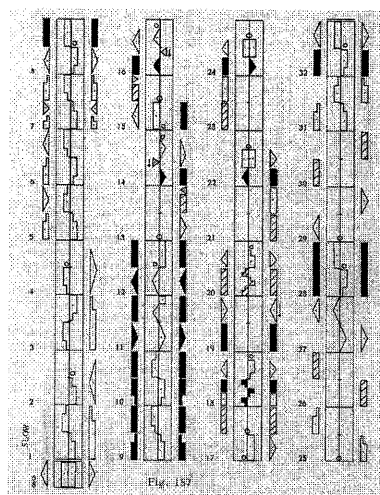


図1: Labanotation の譜面の例

下から上に読み進めていくことによって、左腕の動作が分かるようになっている。コラムのうち、Support は体重を支えている体の部分（通常は足）の動きを表す。また、横線で区画された単位を、ここではユニットと呼ぶ。

各部位の運動は対応するコラムに書き込まれる図式記号（シンボル）の形状とその内部パターンの組合わせで表される。

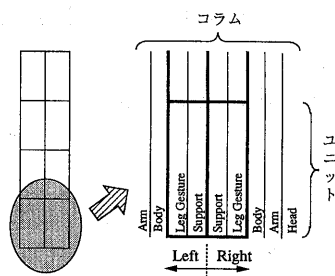


図2: Labanotation のコラムの構成

### 2.2 Direction シンボル

図3は Labanotation の図式記号の中で最も基本的な、Direction シンボルを示している。シンボルの形状で水平面内での運動方向（Direction という）を表し、垂直面内の運動方向（Level という）はシンボル内部のパターンで表現される。また、運動が達成されるまでの時間がシンボルの長さによって表わされる。

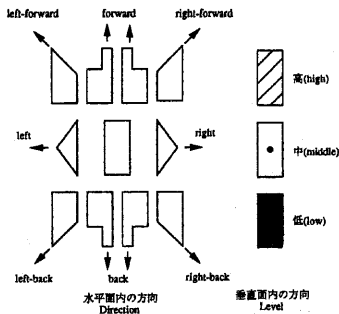


図 3: Direction シンボル

Support コラムに書き込まれたシンボルによって体全体の移動方向を示すが、Support コラムが左右とも空白の場合は、体重が支えられていない、すなわち身体が空中にあることを意味する。

なお、Support コラムにおかれる、Direction シンボルは Support の移動方向を示しているが、これ以外のコラムにおいては運動の結果として最終的に達成される姿勢を示すという相違点がある。

### 2.3 付加記号

以上のような基本的なシンボルによって身体運動を記述するが、楽譜と同様に、Labanotation でも、さまざまな付加記号 (Sign) が使われる。ここでは、例として Rotation Signs についてのみ説明する。

Rotation Signs は、体の部分の回転を示すために使われ、Direction シンボルと同様に、シンボルの形状とその内部パターンの組み合わせで表される。Rotation Signs は、図 4 に示すように、シンボルの形状で回転方向を表し、シンボル内部のピンの方向で回転量を表す。

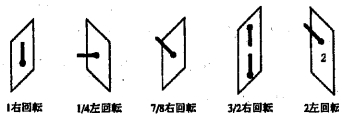


図 4: Rotation Signs

## 3 Labanotation に基づく身体運動の処理システム

Labanotation に基づいた身体運動処理システムの全体的な構成は、図 5 のようになる。

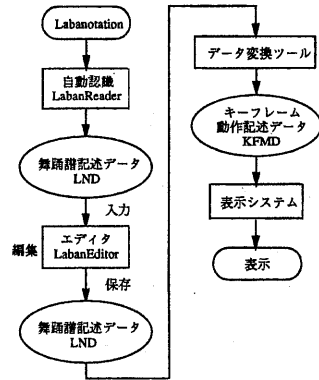


図 5: Labanotation 身体運動システムの概要

譜面読取りシステム LabanReader は、Labanotation の譜面をスキャナで入力し、図面認識の手法を用いて各シンボルを自動認識する。認識結果は Labanotation 記述データ LND として出力する。

Labanotation 記述データ LND (LabaNotation Data) は、Labanotation の記法に基づいた身体運動記述のためのデータフォーマットで、Labanotation のシンボルを、対応する文字列によって記述するものである。LND は、1 小節に相当するユニット単位で各コラムのデータを記述する。LND の書式を以下に示す。

// コメント

#リズム

#ユニット番号	direction	部位	方向	高さ	開始時刻	終了時刻
rotation	部位	回転方向	回転量	開始時刻	終了時刻	
body	部位	関節		開始時刻	終了時刻	
pin	部位	方向	高さ	開始時刻	終了時刻	
space	部位	大小	大きさ	開始時刻	終了時刻	
hold	部位			開始時刻	終了時刻	

一方、Labanotation エディタ LabanEditor は、Labanotation 記述データ LND を入力し、マウスを用いてインタラクティブに、Labanotation シンボルを編集し、再び LND を出力する。もちろん、LabanEditor によって、白紙の状態から譜面を作成して、これを LND 形式で出力することもできる。

データ変換ツールでは、LabanReader や LabanEditor で入力・編集された LND を、表示システムに対応する身体運動データ KFMD 形式に変換する。

キーフレーム動作記述データ KFMD (Key Frame Movement Data) は、身体動作の表示のために共通に使用されるデータ形式として設計したもので、21 個のジョイントからなる人体モデルの各ジョイントのとる角度を、

キーフレームごとに記述していくものである。

表示システムは、KFMD 形式で記述された身体運動データを表示する。表示の際に、キーフレームの間にあるフレームの各ジョイントの角度は補間して計算される。

## 4 LabanReader

本章では、Labanotation 譜面の自動読取りシステム LabanReader について述べる。

### 4.1 LabanReader の概要

図 6 に舞踊譜 Labanotation の認識の手順を示す。イメージスキャナで画像ファイルとして入力した Labanotation に対して、2 値化、縦線、小節線検出、ノイズ除去、ユニット切り出しなどの前処理を施す。そして、各ユニットごとにシンボル認識処理を行い、その結果を Labanotation 記述データ LND の形式で出力する。

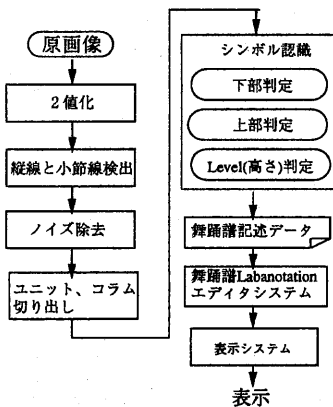


図 6: 認識処理の流れ

### 4.2 前処理

まず、コラムを区分している縦線や小節線を検出する。これらは、画像の水平方向、垂直方向の射影によって検出する。

次に、かすれや汚れなどによるノイズによる影響を抑えるため、マスクパターンによるテンプレートマッチングによるノイズ除去の処理を行う。

Labanotation のシンボルはコラムの境界の縦線やユニットにまたがって書かれることはないので、舞踊譜全体の画像から、ユニット単位に部分画像を順次切り出す。そして、各ユニットにおいてさらにコラムを切り出しを行い、これをシンボル認識処理に渡す。

### 4.3 シンボルの認識

#### 4.3.1 概要

Labanotation のシンボルは長さが一定ではないので、シンボル全体をテンプレートとして定義し、これでマッチングをする方法では、うまくいかない。このため、ここでは、部分テンプレートマッチングの手法を用いる。すなわち、シンボル形状の部分的特徴を表す図形をテンプレートとしてこれらで順次マッチングしていく。

認識処理は次の3つの部分に分けられる。

- 下部判定
- 上部判定
- Level 判定

下部判定と上部判定でシンボルの形状と長さを、Level 判定でシンボルの Level の種類を決める。図 7 に下部判定と上部判定の処理の流れを示す。実線の四角で囲んだ部分で、テンプレートマッチングを行っている。また、マッチングは、完全一致を求めるのではなく、テンプレートの 70%~80% の部分が一致していれば、マッチしたものとみなすようにしている。

#### 4.3.2 下部判定

切り出されたコラムの下方から水平ライン 1 行ごとに、図 7 に示した 1~8 の 8 つのテンプレートをマッチさせる。このテンプレートの形は、Direction シンボルの下部の形状の特徴を表している。テンプレート 4 と 5 が同時にマッチした場合は、1 として扱う。

マッチしなかった場合は、ラインを 1 つ上げ、さらにテンプレートマッチングを行い、コラムの端まで到達すると、次のコラムに移る。

図 7 に示した 1, 2, 3, 4, 5, 8 のテンプレートは、対象の譜面のサイズのユニットの長さやコラムの幅に応じて、サイズを変えるようになっている。しかし、テンプレート 6 と 7 では、拡大縮小で斜線の傾きが変わるので、拡大縮小ではマッチングが行えない。そこで、テンプレート 6, 7 では、図 8 に示すように、1 列ごとに白画素のランレングスを求め、隣接する列とのラン長の変化を求めることで、線の傾きを検出し、このテンプレートとのマッチングをとる。

#### 4.3.3 上部判定

下部判定で特定されたシンボルの上部形状についても同じように、1 ラインごとに、順次、上部の形状についてのテンプレートのマッチングを行う。これが上部判定である。斜線の検出は下部判定と同様な方法で行う。

上部判定は、コラムの端まで行うが、パターンが検出されない場合は、再び下部判定のモードに移り、下部判定のテンプレートマッチング繰り返す。

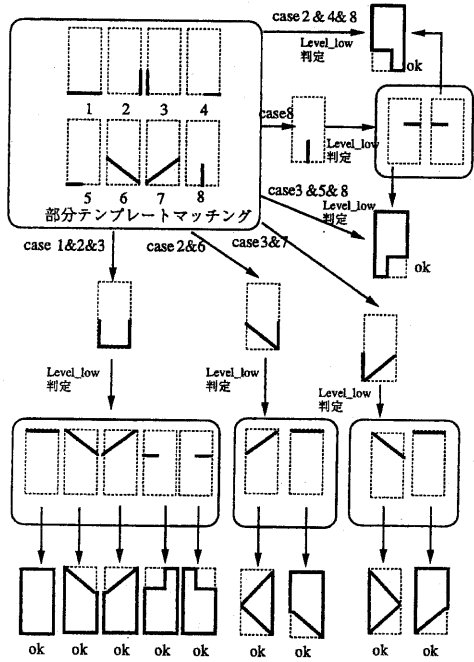


図 7: 下部判定と上部判定

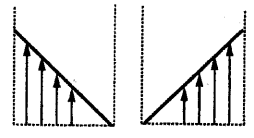


図 8: 斜線のマッチング

4.3.4 誤認シボルの除去

以上の方法では、シボルの上下の形状を使ってマッチング処理を行っているので、たとえば図9のような場合には、シボルでないところをシボルと誤って判定してしまう。そこで、シボルの候補が検出されたら、これが正しいシボルを形成しているかどうかを調べる。シボルの左右の線が途切れていないかを調べ、もし左右どちらかの線が途切れていたら、これを棄却する。

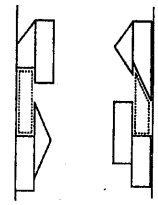


図 9: シボル誤認の例

4.3.5 Level判定

Direction シボルの Level(図 3) はシボル内部の画素の分布により判定する。Levelが Lowの場合は、シボルの内部が塗りつぶされているので、シボル領域内部の黒画素の割合を調べる方法で簡単に判定できる。Levelが Highと Middleについては、図 10に示すように、内部の縦方向の白画素のラン長の分布によってこれらを区別する。

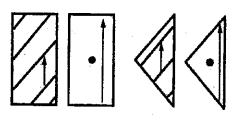


図 10: High, Middle の判定

4.4 処理結果

図1(文献[4]より)の Labanotation 譜面を処理した結果を図 11に示す。

シボルの認識率は、図1では 75%程度であるが、後述する LabanEditor により譜面を入力、印刷して得られたものに対しては、ほとんどすべてのシボルを正しく認識できる。

書籍から読み取った図1が、十分ではないのは、かすれや汚れなどによるノイズの影響が大きいと考えられる。また、全体的に、他のシボルと隣接していないシボルは、正しく認識されているが、長さの短いシボルと、Levelが Highのシボルについては、認識を失敗することが多い。

4.5 表示システムによる動作表示

認識によって得られた舞踊譜記述データ LND は後述する LabanEditor システムで修正を施したうえで、さらに動作記述データ形式 KFMD に変換し、表示システム [5] で身体動作を表示することができる。

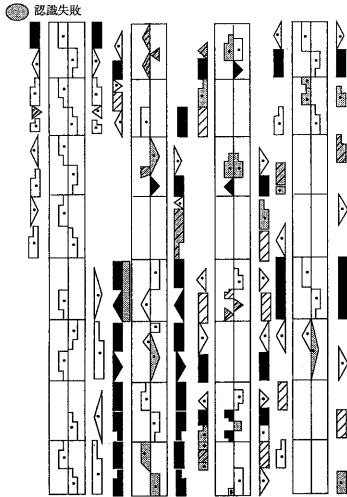


図 11: 図 1 の認識結果

#### 4.6 考察

LabanReader では、部分テンプレートマッチング手法による認識手法を用いたが、ノイズによる形状の変形や斜め線の認識に問題があり、まだ完全とはいえない。

特に、小さなシンボルの認識に問題がある。また、High シンボルが分断される問題や、他のシンボルに囲まれてできる領域をシンボルと誤認識する問題などについては、隣接するシンボルの認識処理の情報を用いて修正できるようにすることができると考えられる。

### 5 LabanEditor

本章では、Labanotation の譜面エディタ LabanEditor について述べる。

#### 5.1 LabanEditor の概要

図 12 は、Labanotation エディタ LabanEditor のメインウィンドウを示している。これは編集する舞踊譜面の表示や各種コマンドを起動するためのウィンドウである。このウィンドウ内のキャンバスにシンボルを置き、移動、編集することによって Labanotation の譜面を入力していく。メインウィンドウ内のメニューやボタンについて以下に述べる。

##### 5.1.1 システムメニューとショートカットボタン

メインウィンドウの最上段には、File, Edit, View, Animate などのプルダウンメニューを取めたシステムメ

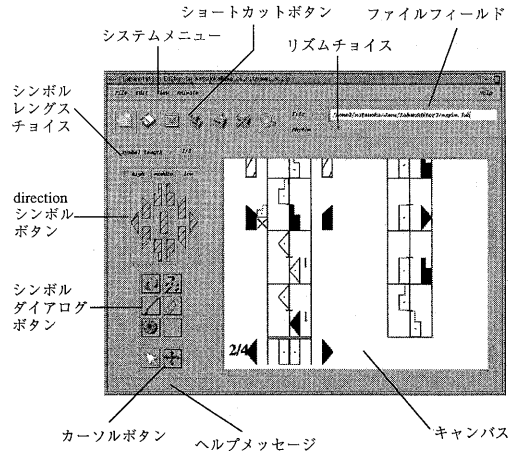


図 12: 舞踊譜エディタ LabanEditor の画面

ニューがある。また、システムメニュー内のコマンドの中で、特に使用頻度の高いものをショートカットボタンとして用意している。

##### 5.1.2 ファイルフィールドとリズムチョイス

ファイルフィールドには、現在のファイル名が表示される。ここに直接ファイル名を入力することによって、ファイルを開くこともできる。

また、リズムチョイスは、キャンバス内にオープンする Labanotation のリズムを選択するのに利用する。リズムは、キャンバス内にシンボルを入力する前に選択しておく必要がある。

##### 5.1.3 Direction シンボルボタン

Direction シンボルボタンを使用して、Direction シンボルを選択し、これをキャンバス内の譜面に入力することができる。

##### 5.1.4 シンボルダイアログボタンとカーソルボタン

付加記号のシンボルを入力するときに、対応するシンボルダイアログボタンを押すと、シンボル選択のためのダイアログがポップアップする。

また、カーソルボタンによって、マウスカーソルを入力用と編集用に切り替えることができる。

##### 5.1.5 キャンバス

Direction シンボルボタンで選択されたシンボルを入力したり、編集したりするエリアである。最初にリズム

チョイスからリズムを選択することによって、そのリズムの舞踊譜面の枠組み(コラム線と小節線)が描画される。

### 5.1.6 シンボルレングスチョイス

Direction シンボルや Rotation Signs の長さを選択するために使用する。シンボルの長さは、1/8~8/8 まで 1/8 刻みで選択できる。

## 5.2 LabanEditor の操作

ここでは、ファイルの入出力、シンボルの入力・編集、舞踊譜面の印刷、そして身体動作の表示などの操作の概略を説明する。

### 5.2.1 シンボルの入力

各種のシンボルは、Direction シンボルボタン、シンボルダイアログボタンをの操作により入力する。ここでは、紙面の都合により、Direction シンボル場合についてのみ述べる。他のシンボルの場合もほぼ同様の操作で行う。

Direction シンボルの入力には、メインウインドウ内の Direction シンボルボタンを使用する。

まず、シンボルレングスチョイスで入力したいシンボルの長さを選択する。次に、図 13 のように、上部の Level 選択ボタンをクリックして、Direction シンボルの Level (高さ) を選択する。Level ごとにシンボルボタンが用意されているので、その中から入力するシンボルを選択し、さらにキャンバス内の舞踊譜の適当な位置をクリックすると、そこにシンボルが入力される。

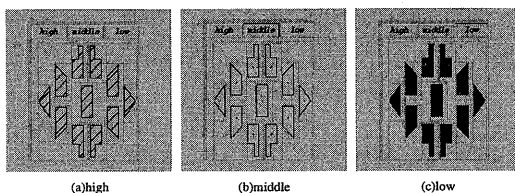


図 13: Direction シンボルボタン

### 5.2.2 譜面の編集

キャンバス内の譜面で、それぞれのシンボルについて、コピーやカット/ペーストなどの編集操作をすることができる。これは、一般の Drawing ソフトとほぼ同等の機能である。

### 5.2.3 譜面の印刷

キャンバスにおいて入力・編集した舞踊譜面は、プリンタによって印刷することができる。

### 5.2.4 身体運動の表示

キャンバスで入力・編集した舞踊譜面を、身体動作として表示することができる。システムメニューのポップアップメニュー Animate によって、データを KFMD 形式に変換することができる。この後、身体動作表示システムを起動し、この KFMD ファイルを読み込んで、身体動作を表示する。すなわち、身体動作の表示の機能は、現時点では、別システムで実現されている。

## 5.3 LabanEditor の内部構造

LabanEditor は図 14 に示すような部分から構成されている。

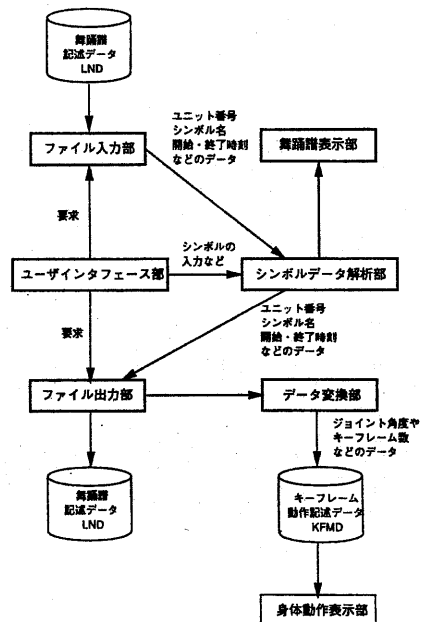


図 14: Labanotation エディタの構成

ユーザーインターフェース部は、Java の AWT<sup>†</sup>を用いて実装している。ユーザは GUI 部品やイメージをマウスで操作し入力を行う。ここでは、それらのユーザの要

<sup>†</sup>Abstract Window Toolkit. AWT はボタンやメニューなどの GUI 部品、イメージの表示と、マウスやキーボードからの入力(イベント)を処理する機能を持つ。

求を、シンボルデータ解析部、ファイル入力部、ファイル出力部に渡す。

ユーザインターフェース部から送られてくるシンボルイメージに関するデータを解析し、シンボル名、開始時間、終了時間などのデータに変換したのち、シンボルイメージを作成する。キャンバスにはグリッドが設定しており、決められた座標のみにシンボルを入力することができる。

データ変換部では、現在キャンバスに表示されている舞踊譜面のデータを、キーフレーム動作記述データKFMDに変換する。

舞踊譜表示部では、シンボルデータ解析部により作成されたシンボルイメージをキャンバス内のグラフィック画面上に表示する。

入力した舞踊譜面を、KFMD形式の表示用ファイルに出力し、それを身体運動表示システムで表示した結果を図15に示す。

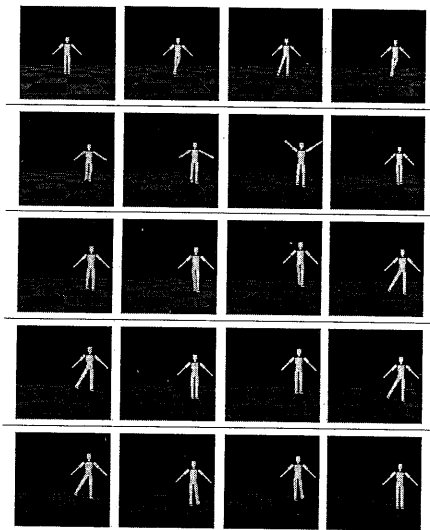


図 15: 身体動作表示結果

#### 5.4 考察

LabanEditorは、Java開発環境JDK (Java Developers Kit) を使用して開発したので、多くのプラットフォームで実行できる。現在のところ、SGI(IRIX)、SUN(Solaris) および Windows マシン上での動作が確認された。

今後は以下のような点についてさらに検討が必要であると考えている。

(1) 対応シンボルについて: LabanEditorで入力できる

Labanotation シンボルは、全シンボルのうちの一部のシンボルである。また、Labanotation 記述データ LND も Body Signs や Relationship Pins などの付加記号については十分に対応できていない。

(2) レイアウトや印刷機能の改善: Labanotation の譜面の長さに応じて譜面のレイアウトを変更したり、印刷の際に印刷用紙に合わせて、譜面が出力されるようにする必要がある。

(3) VRMLによる表示: WWWブラウザなどを用いて身体動作の表示ができるように、VRMLを用いた表示システムを開発することが望まれる。

## 6 おわりに

本報告では、身体動作情報処理システムの動作入力との記述の方法として、舞踊譜 Labanotation に基づくシステムについて述べ、Labanotation の譜面を画像処理により認識し読み取るためのシステム LabanReader と、Labanotation の譜面エディタ LabanEditor について報告した。

LabanReader によって、印刷出版されている多数の舞踊譜 Labanotation の譜面を身体動作の入力のために利用することができる。

一方、LabanEditor では、付加記号などについて、まだ不十分なところが残っているものの、初心者でも容易に舞踊譜面を入力できることが確認された。また、入力した Labanotation に対応する動作を、人体モデルによる3次元グラフィックスとして表示できる。このことから、本システムは、Labanotation の教育、振り付けの指導などにも利用できると考えている。

最後に、Labanotation について教えていただいた、東京外国語大学 AA 研の中村美奈子さんに、心から感謝する。

## 参考文献

- [1] 八村広三郎: 身体運動情報の処理, 情報処理学会人文科学とコンピュータ研究会, 6-3, pp.1-8, 1990
- [2] 平松尚子, 八村広三郎: マルチモーダルコミュニケーションのための身体運動の記述と表示, 電気関係学会関西支部連合大会, p.S51, 1997
- [3] 門出 泰裕, 渋谷晋一郎, 八村広三郎: 身体運動記述言語 AML, 電気関係学会関西支部連合大会論文集, p.G365, 1996
- [4] Ann Hutchinson: Labanotation, Theatre Arts Books, 1977
- [5] 平松尚子, 八村広三郎: 動作生成ライブラリを利用した身体運動の記述と表示, 情報研報, Vol.97, No.108, pp.55-60, 1997