

## 曲印象や特徴を考慮したピアノの自動演奏システムの構築

7J-3

○坂本 崇 波多正臣 藤井敬三 梶川嘉延 野村康雄

関西大学工学部電子工学科

## 1. はじめに

これまで我々は特定演奏者独自の弾き癖や特徴を備えたピアノの自動演奏システムの構築を行ってきた<sup>(1)</sup>。本システムでは演奏パラメータの生成をルール処理、ニューラルネットワーク、ファジィ推論といった手法により行っているが、その曲自身のもつ印象や特徴を考慮した処理は行っていなかった。そこで我々はルール処理部において曲印象を考慮したルールの自動生成法を以前考案している<sup>(2)</sup>。他の研究例を見ても曲の印象や特徴を考慮した自動演奏システムは見られず、この手法は先進的処理であると考えられる。

本稿では計算機上で未知の楽曲に対してもその曲の印象や特徴を判別させる手法を提案し、実験結果より本手法の有効性を示す。

## 2. システム構成

本システムの目的は、特定演奏者の感性情報を計算機上にデータベースとして蓄え、恰もその演奏者と同様の演奏を行わせるものである。ルール処理部における自動演奏システムの構成を、Fig.1に与える。

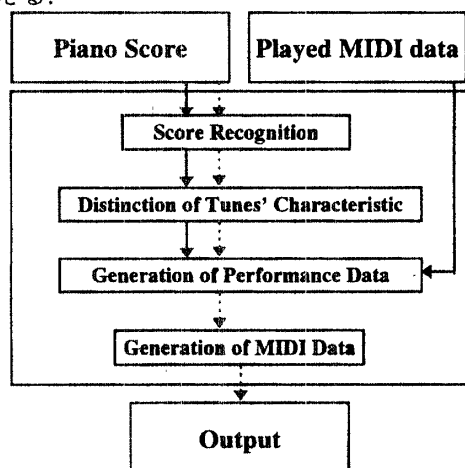


Fig.1 Flow diagram of performance data generation.

学習課程では、楽譜認識部においてイメージスキャナ等により得られた市販のピアノ楽譜のビットマップデータをシステム独自の楽譜データとして備える。曲印象判別部では、楽譜データを基

A Construction of an Automatic Piano Playing System  
Considering Tunes' Impression and Characteristic  
Takashi Sakamoto, Masaomi Hata, Keizou Fujii,  
Yoshinobu Kajikawa, Yasuo Nomura  
Department of Electronics, Faculty of Engineering,  
Kansai University  
3-3-35 Yamate-cho, Suita-shi, Osaka, 564, Japan

に、その曲印象を特定のグループに割り当てて、演奏データ生成部によってそのグループごとにルール処理を行い演奏データを生成する。一方、未知曲再生時には、同様に楽譜認識部、曲印象判別部、また演奏データ生成部を通り生成された演奏データは標準MIDIファイル形式に変換され、最終的な出力となる。

本システムの特長は、これまでの同じルール(LHS)に対する操作値(RHS)はすべての平均をとるといったいわゆる平均化処理のためにルールの正当性が失われてしまうといった欠点を払拭し、演奏者が曲印象や特徴ごとに奏法を変えらるというプロセスにも基づいている点である。

## 3. 曲印象判別手順

ここでは、未知曲にも対応した曲印象判別手順について述べる。

## 3.1 聴取実験による感性空間の生成

まず、曲印象をシステムに理解させる前準備として、S D法、因子分析による心理評価実験を行った<sup>(2)</sup>。S D法における指標は、「安定-不安定、滑らか-粗い、軽い-重い、柔らかい-硬い、透明-不透明、明るい-暗い、力強い-弱々しい」といった形容詞対をそれぞれに対し七段階の評価で行った。被験者は関西大学交響楽団員40名、関西大学軽音楽部部員40名、合計80名に対して行い、聴取曲はブルグミュラー作曲「25の練習曲」25曲を用いた。この結果を因子分析し、解を第三因子まで求め、解には更にローバリマックス回転を施した。

## 3.2 クラスタ分析による感性空間の分割

3.1で得られた感性空間を任意のグループ数に分割する方法として、クラスタ分析<sup>(3)</sup>を用いた。クラスタ分析により得られた樹状図を Fig.2に与える。尚、今回はウォード法を用いた。

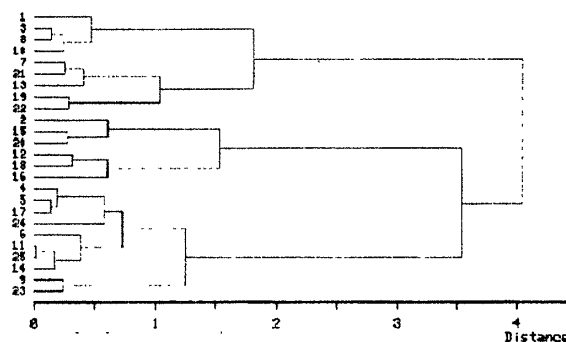


Fig.2 Result of cluster analysis (dendrogram).

ここで、分割するグループ数について考察すると、Fig.2において横軸の distance がおよそ1.8から3.6の間が尤も離れており、この間を切るような線を引き、分割すれば良いことが分かるので、分割グループ数は3となる。Fig.3 に感性空間を3つに分割した結果を与える。

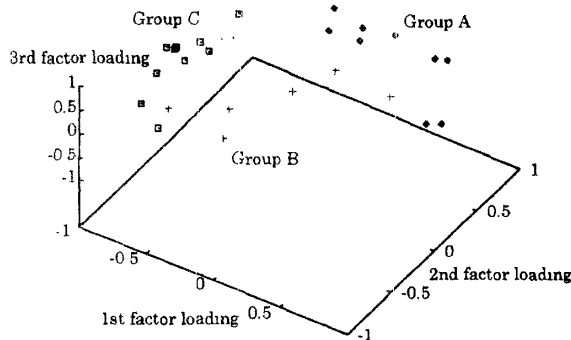


Fig.3 Result of group division.

Fig.3の結果を見れば、視覚的にも正しくグループ分割が行えたことが分かる。

また、この感性空間は各々の曲同士の相関係数をベクトルの内積で表現したものであるから、点と点が近いものほど印象が似ており、点と点が離れているものほど印象が似ていないので、ユークリッド距離に基づく統計的手法であるクラスタ分析は有効であることが分かる。

### 3.3 重回帰分析による感性空間値の予測

3.1では既知曲の感性空間を構成したが、ここでは未知曲に対してその曲が感性空間のどの位置に現れるかを推定する方法について述べる。

まず、感性空間座標を説明変数とし、SD法で用いた評価値や楽譜情報等をいろいろ目的変数にとり重回帰分析を行い、重相関係数の高いパラメータを3つ用意する。ここでは調性、楽譜平均テンポ、音価分散とよばれるパラメータである。

そして、推定したい空間座標値を  $x, y, z$ 、目的変数の値を  $y$  とし、重回帰式  $y = ax + by + cz$  の結合係数  $a, b, c$  はさきほどの重回帰分析より求まっているので、これらの3元方程式を解けば良いことになるが、ここではこれらの結果を再び重回帰分析にかけ、いままで結合係数  $a, b, c$  を求めていたのに対し、説明変数値  $x, y, z$  を求める事とする。こうして得られた  $x, y, z$  の値が予測された空間座標値となる。式(3-1)はそれを示す重回帰分析の式である。

$$\begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} \quad (3-1)$$

### 3.4 重判別分析によるグループの特定

3.2で3グループに分割された感性空間に対し、3.3で得られた重回帰分析を用いた方程式の解である空間座標値  $x, y, z$  を用い、重判別分析<sup>(3)</sup>によるグループ分割実験を行った。尚、重判別分析とは、多変量解析の分野における一手法で、幾つかのグループに分類された対象についての多変量データが与えられたとき、グループ間の関係を調べるための方法を考えるものであり、新しい対象が与えられたとき、それがどのグループに属するかを判別することが出来るものである。

### 4. 実験結果

3.で述べた手順により、実際に「25の練習曲」の曲印象をシステムが判別した結果を Table1 に示す。尚、正しくグループを特定出来たものを正解とし、特定できていないものを不正解とした。

Table1 Probability of correctness.(3 Groups)

	曲数	正解数	正解率(%)
グループA	9	6	66.7
グループB	11	7	72.7
グループC	5	4	80.0
合計	25	18	72.0

今回の曲印象判別システムを用いたことにより、有効な結果が得られたことが分かる。正解率を下げる要因としては、3.3で用いた重回帰分析による予測の際、最初に与えた目的変数に選ぶパラメータがまだ十分に説明変数とうまく結合出来ていない事が考えられる。

### 5. まとめ

今回、SD法及び因子分析、クラスタ分析、重回帰分析、重判別分析を用いて楽曲の印象別分割を行った。印象別ルール生成は、演奏者が曲の印象や特徴に応じた演奏を行うといったプロセスと全く同じであり、エキスパートシステムによる処理においては非常に有効な手法であると考えられる。今後は新たな目的変数の発見、そして、曲印象ごとの演奏データ生成部のルール処理部の自動生成を行う予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 白川他：平7春季音講論集,2-8-5,Mar.1996.
- 2) 坂本他：平8秋季音講論集,2-5-18,Sep.1996.
- 3) 岡村：「パソコンによるデータ解析入門」,技術評論社,pp.108-174,1986.