

# 3N-9 モーツァルト作「音楽のさいころ遊び」の小節自動分類

板倉 正佳\* 相沢 雅彦\* 大照 完\* 橋本 周司\*\*

\*早稲田大学理工学部

\*\*東邦大学理工学部

最近、音楽の分野でも、リズムパターンの認識や旋律に対する和音付けなどニューラルネットワークの応用が盛んである。本研究では、ニューラルネットワークを用いてモーツァルトの遺した「音楽のさいころ遊び」の小節の自動分類を試みた。

## 1. 「音楽のさいころ遊び」

「音楽のさいころ遊び」は16小節からなり、第1小節目用、第2小節目用といった、各小節ごとに11種類ずつ、計176個の小節が用意されている。これを、各小節に1個ずつ選択し、第1小節から第16小節まで順次並べると、きれいなメロディができるというものである。作成例を図1. 1に示す。

## 2. ニューラルネットワークの構成と動作

### 2. 1 楽譜のコード化

ここでは音符の最小単位が16分音符の3/8拍子であるから、全て16分音符で表すと、1小節中には6つの音符が存在する。したがって、まず1小節を時間軸方向に6つのブロックに分け、それぞれのブロックを音程を表すユニットに分割する。音程の表し方は次の通りである。

(1) 各音に、それぞれ対応したニューロンを割り当てる。(ニューロンをピアノの鍵盤のように並べたと考える)1つのニューロンが1つの音を表現するので、和音を簡単に表現することができる。

(2) ニューロンが1をたたえた場合、それは、その時間に、鍵盤が押されたものとする。ニューロンが全て0の場合は、前の状態が、継続されているものとする。新たに

The figure shows a musical score for a 3/8 time signature. At the top, a sequence of notes is shown with measure numbers 152, 22, 171, 85, 99, 55, 11, and 30. Below this, two boxes represent groups of measures. The first box, labeled '第一小節目用の小節群' (Group of measures for the first measure), contains 11 measures with numbers 3, 32, 40, 54, 69, 96, 98, 104, 119, 148, and 152. The second box, labeled '第二小節目用の小節群' (Group of measures for the second measure), contains 11 measures with numbers 6, 77, 22, 60, 74, 84, 87, 95, 130, 142, and 157. Arrows indicate that these groups are part of the overall sequence.

図1. 1 「さいころ遊び」の楽譜例

Automatic grouping of measures in Mozart's "Musikalisches Würfelspiel"  
 Masayoshi ITAKURA\*, Masahiko ALZAWA\*, Sadamu OHTERU\*, Shuji HASHIMOTO\*\*  
 \*Waseda University, \*\*Toho University

休符を表すために休符用のニューロンを1つ用意し、それが1となった場合、休符とする。これにより、音長を表現できるようになった。

したがって、「音楽のさいころ遊び」で使用する音を全て表現するには半音を含む約2オクターブ(C<sup>1</sup>の音からD<sup>3</sup>の音)を表す27個のユニットと休符を表す1個のユニットの計28個のユニットが必要となる。コード化の例を図2. 1に示す。

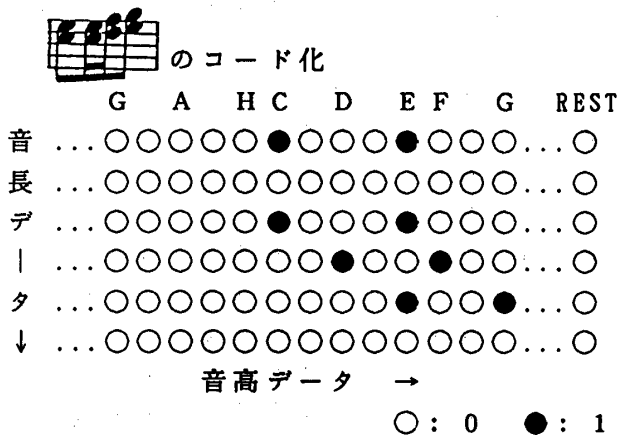


図2. 1 コード化の例

2. 2 ニューラルネットワークを用いた小節の自動分類

モーツァルトは各小節に11個ずつのサンプルを用意している。この研究では、簡単のため主旋律(右手パート)のみを対象とし、また、曲の前半部分8小節についてのみ分類を行ない、使用する音高がF<sup>1</sup>#~C<sup>3</sup>に収まるものに限定した。3層のニューラルネットワークで誤差逆伝播学習法を採用し、結合の修正には(2. 1)式を用いた。入力層には小節1個分、120ユニット(1ブロック、20ユニット)、出力層は入力された小節が入るべき小節の番号を示すための8ユニット、また、中間層は40ユニットより構成した。学習パターンは各小節からランダムに5個ずつ、計40個用意した。学習したところ約3000回で収束した。このネットワークを用い、未学習パターンについて認識、自動分類を行なった結果を表2. 1に示す。

$$\Delta w^{k-1, k_j}(t+1) = -\epsilon d^k_j o^{k-1}_i + \alpha \Delta w^{k-1, k_j}(t) \quad (2.1)$$

$\epsilon = 0.1, \alpha = 0.9$

$\Delta w^{k-1, k_j}(t)$ : t 回目における結合修正量  
 $d^k_j$ : 結合の修正に使う学習信号  
 $o^{k-1}_i$ : 第k-1層の第iユニットの出力

|         | データ数 | 認識率   |
|---------|------|-------|
| 学習パターン  | 40   | 100%  |
| 未学習パターン | 43   | 69.7% |

表2. 1 ネットワークの認識結果

未学習パターンで、誤認識したパターンについて検討を行なった結果、これらのパターンは、和声学的にみて似通ったグループの小節番号を出力していることが判明した。したがって、ネットワークは和声学的な違いに基づいて各小節を分類していたといえよう。また、和声学的に似通ったグループでも小節を別々に分類していることについて、この分類が旋律をどのようにみて行なわれているのかは明かでない。

また、小節間のつながりの音楽的な自然さを判定するネットワークについても検討中である。

最後に、御教示いただいたお茶の水女子大学の徳丸吉彦先生にお礼申し上げます。

[参考文献]

- (1) 柴田他「ニューラルネットによる和音付けの一手法」情処39回全国大会、pp 2246-2247, 1989
- (2) Christiane Linster, "A NEWRAL NETWORK THAT LEARNS TO PLAY IN DIFFERENT MUSIC STYLES", ICMC, GLASGOW, pp311-313, 1990
- (3) 麻生英樹著「ニューラルネットワーク情報処理」、産業図書