

## 音楽音響信号からの楽曲の感性的特徴の抽出

4G-6

武藤 誠 木下 智義 半田 伊吹 坂井 修一 田中 英彦

{muto,kino,handa,sakai,tanaka}@mtl.t.u-tokyo.ac.jp

東京大学大学院 工学系研究科\*

## 1 はじめに

人間にとって物事を認識するとは、生きる上で必要不可欠である。同様に、コンピュータを人間のように知的にするためにはコンピュータに物事を認識させる必要がある。そのようなことから、認識に関する研究が盛んに行なわれている。その中で、音楽を認識する研究は、音楽が我々にとって身近かであることもあり興味深い。

さて、音楽の様々な側面の中で曲を聴いた印象、すなわち感性的特徴には個人差があるので意志疎通の誤解の原因などになりやすい。しかし、曲の感性的特徴を計算機で認識することができれば感性的特徴を客観的に表現することができる。また、それによって感性語による楽曲の索引づけなどに応用できる。

このようなことから本研究では、音楽の感性的特徴を計算機で認識することを目的とする。

## 2 音楽音響信号からの楽曲の特徴抽出

## 2.1 関連研究

音楽を分析対象とした感性情報処理に関する従来の研究は、楽譜を分析対象とするものが多い。例えば、日間らの研究 [1]、平井らの研究 [2]、関本らの研究 [3]、鈴木らの研究 [4] はいずれも基本的に楽譜がもつ情報<sup>1</sup>だけを用いて分析している。

しかし、実際の音楽音響信号には楽譜では表されない多くの要素が含まれている。例えば、音色や演奏のニュアンスや周囲の雑音などである。これらの要素が実際に音楽を聴いたときの印象に大きな影響を与えることは日常我々が経験していることである。よって、音楽を感性情報処理の分析対象とする際は、楽譜がもつ情報だけでなく、音色など楽譜で表すことのできない特徴にも着目するために、音響信号を元にして分析する必要がある。

このようなことから、本研究では音楽音響信号を分析対象とする。

\* "Sensuous-Characteristics Extraction from Musical Acoustic Signals"

Makoto Muto, Tomoyoshi Kinoshita, Ibuki Handa, Shuichi Sakai, Hidehiko Tanaka

University of Tokyo, Graduate School of Engineering,  
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan

<sup>1</sup> 音高, 発音時刻, 音長, 音の強さ, テンポ

## 2.2 本研究で扱う楽曲の特徴

本研究では楽曲の特徴として、次の3種類のものに注目する。これらは、図1の関係にある。

- 物理的特徴：音楽音響信号の周波数スペクトルの特徴、すなわち音楽音響信号を物理的な音としてとらえたときの特徴 (例: 音量変化の特徴)
- 音楽理論的特徴：楽曲を楽譜として表現したときの、楽譜の特徴 (例: 音符の音高遷移の特徴)
- 感性的特徴：人間が楽曲を聴いたときに受ける印象や感想 (例: 安心である。)

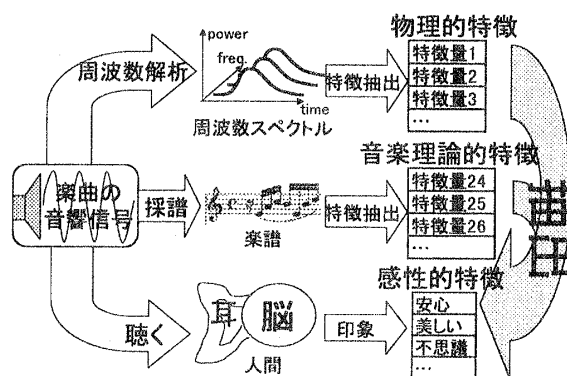


図1: 楽曲の特徴の関係と感性的特徴の抽出

## 2.3 感性的特徴の抽出方法

まず、楽曲の物理的特徴・音楽理論的特徴を計算機で計算し、感性的特徴をアンケートによって調べる。

次に、楽曲の物理的特徴・音楽理論的特徴と感性的特徴との間の相関関係を調べるために多変数解析を行う。多変数解析には様々な方法があるが、本研究では最も一般的に用いられている重回帰分析を用いる。

そして、未知の楽曲の感性的特徴を抽出するために、上の重回帰分析の結果の回帰方程式を用いて、未知の楽曲の物理的特徴・音楽理論的特徴の特徴量から感性的特徴の特徴量を求める。

## 2.4 本研究で用いた特徴量

本研究では表1のように物理的特徴量23個、音楽理論的特徴5個、感性的特徴を表現する形容詞対10個をそれぞれ設定した。

表 1: 本研究で用いた楽曲の特徴量の例

物理的特徴	音楽理論的特徴	感性的特徴
テンポ	パート数	安心である - 不安である
打楽器の音量変化	全音符数	美しい - 美しくない
...	...	...

### 3 評価実験

#### 3.1 方法

まず、35 曲のサンプル曲について物理的・音楽理論的特徴の特徴量を計算した。そして、被験者 1 人<sup>2</sup> にサンプル曲を聴いてもらい、図 2 のように 5 段階で感性的特徴のアンケートを行なった。

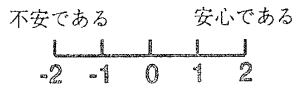


図 2: 楽曲の感性的特徴の特徴量

次に、サンプルの 35 曲のうち、1 番から 28 番の 28 曲のデータを用いて、感性的特徴と物理的・音楽理論的特徴との相関関係を重回帰分析によって学習させた。

ここで、重回帰分析で用いる説明変数は AIC (Akaike information criterion) と、回帰方程式の t 検定 (有意水準 5%) とを用いて 28 個の物理的・音楽理論的特徴量から選択した。

そして、29 番から 35 番の 7 曲の感性的特徴を重回帰分析で得られた重回帰方程式を用いて抽出し、実際のアンケート結果と比較して抽出の精度を評価した。

#### 3.2 結果

実験の結果、重回帰分析で用いられる説明変数としては、例えば形容詞対「安心である - 不安である」についてはテンポの揺らぎを表す物理的特徴量が「不安である」と正の相関を示す特徴量として選ばれた。これは、我々の実感と合致していると考えられる。

次に、得られた重回帰方程式を使って、サンプルの 35 曲のうち上で用いた曲を除く 7 曲の感性的特徴の特徴量を抽出した結果、図 3 のようになった。

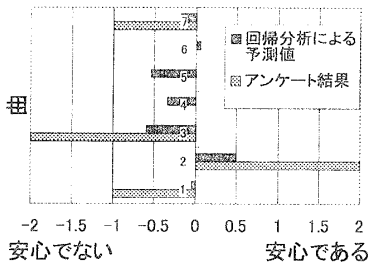


図 3: 楽曲の感性的特徴の抽出の結果の例

<sup>2</sup> 感性の個人差の問題を避けるために被験者は 1 人とした。

### 3.3 評価

今回の実験では、感性的特徴の明確な曲を評価対象とする。そのために、感性的特徴量 0 の曲を無視し、感性的特徴の特徴量の正負の不一致のみに着目して抽出精度を求めた。その結果、43 個中 35 個が正解で、正解率は 81% であった。

#### 3.4 抽出精度向上の方向性

##### 3.4.1 物理的・音楽理論的特徴量と感性的特徴量との間の非線形性の解消

重回帰分析では説明変数と被説明変数との間に線形結合の関係を想定しているため、被説明変数と説明変数とは線形的関係であることが望ましい。そのためには、物理的・音楽理論的特徴量に変数変換を行なって、感性的特徴量と線形的関係にする必要がある。

##### 3.4.2 低次の感性的特徴の利用

感性的特徴には様々なものが、図 4 のように低次の感性的特徴<sup>3</sup> を利用することによって高次の感性的特徴<sup>4</sup> の抽出が容易になると考える。

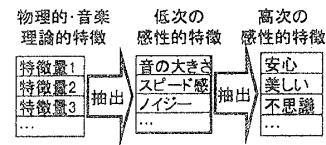


図 4: 低次の感性的特徴を用いた高次の感性的特徴の抽出の原理

### 4 まとめ

本研究では、楽曲の感性的特徴を音響信号から計算機で抽出することを試みた。手法としては、楽曲の物理的・音楽理論的特徴と感性的特徴との間の相関関係を重回帰分析によって求めるといった方法をとった。実験の結果、感性的特徴の明確な曲の感性的特徴を 81% の精度で抽出することができた。さらに、本稿で示した精度向上の方法によって、より厳密な抽出が可能であると考えられる。

### 参考文献

- [1] 日間賀充寿, 大西昇, 杉江昇: 「情動に相関のある楽曲中のパラメータについて」, 情報処理学会研究報告 94-MUS-103, pp.7-12, 1994.
- [2] 平井重行, 金森務, 平井宏: 「ジャズの伴奏からの、調性を含めた感性情報抽出」, 情報処理学会研究報告 94-MUS-103, pp.1-6, 1994.
- [3] 関本陽子, 野池賢二, 野瀬隆, 乾伸雄, 小谷善行, 西村恕彦: 「演奏情報に関する楽曲の特徴抽出システムの作成」, 情報処理学会研究報告 97-MUS-67, pp.1-6, 1997.
- [4] 鈴木真人, 杉山雅英: 「譜面情報による楽曲の特徴付けの検討」, 情報処理学会研究報告 98-MUS-14, pp.69-76, 1998.
- [5] <http://www.mtl.t.u-tokyo.ac.jp/~muto>

<sup>3</sup> 物理的・音楽理論的特徴との対応づけが比較的容易な感性的特徴

<sup>4</sup> 物理的・音楽理論的特徴との対応づけが比較的難解な感性的特徴