

感情に基づく音楽作品検索システムの実現に向けての検討

佐藤聡, 小川潤, 堀野義博, 北上始

広島市立大学情報科学部

〒731-3194 広島市安佐南区大塚東3-4-1

あらまし

近年, ネットワークを介してメディアデータを収集し, それらを統合してマルチメディアコンテンツを容易に作成する環境が整備されている. このような環境では, 利用者が持つ印象にもっと近いメディアデータを検索する要求が高まると思われる. 我々は感情に基づいて作品を検索するシステムの提案を行っている. このシステムの特徴は, 音楽作品の感情価を測定する方法として提案されている感情価測定尺度の概念を用いている点にある. 我々は試作システムの実現を通して明らかになった問題点について議論する. そして, いくつかの問題点を解決する一手法の提案を行う.

キーワード データベース, 感性検索システム, 音楽情報

A Discussion about the Realization of Impression-based Retrieval System for Music Collection

Akira SATO, Jun Ogawa, Yoshihiro HORINO and Hajime KITAKAMI

Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

3-4-1, Ozukahigashi, Asaminami-Ku, Hiroshima, 731-3194, Japan

Abstract

Recently, we can easily create multimedia contents without creating each medium data composing it. In this case, we should often need to select a medium data which is close to the imaged impression from the data which we do not know at all. We has proposed a retrieval method for music works using impression words. The characteristic of the proposed method is using the affective value of music work that is based on the results of psychological research on music. We discuss some problems which became clear when a prototype system is implemented. And we propose a method to solve these problems.

key words Database, Impression-based retrieval system, Music information

1 はじめに

近年、インターネットの普及などにより、ネットワーク環境が整備されてきた。そのため、世界中のデータベースへのアクセスも容易に行えるようになった。また、データベースの有用性が社会に認められるようになった。データベースに格納されるデータが多様化してきた。

さらに、計算機の高性能化、低価格化にともない、芸術作品を電子的に作成する環境を個人が容易に入手可能となってきている。それにより、様々な人たちによって作成された様々な芸術作品が公開されている。今後は、公開されている芸術作品の高度な利用がさらに活発になり、芸術作品を取り扱うデータベースに対する要求はより高度になると考えられる。

これら芸術作品を取り扱うデータベースによる検索には、作者や題名などの芸術作品の普遍的な情報をキーワードとした検索要求だけではなく、その芸術作品の鑑賞により掻き立てられる感情を元に検索をするといった要求がある。また、それらの要求に応じるために絵画、画像を検索するシステム [6, 7, 8], 音楽作品、音声を検索するシステム [2, 13, 15, 16], ドラマのシーンを検索システム [14] の実現が行われている。

芸術作品の鑑賞により掻き立てられる感情を数値化する方法は、統計的心理学あるいは計量的心理学などの分野で行われている。広く一般に利用される感情のデータベースを作成するために、大多数の人が共通に持つ感情とされる公共的主観性をもった感情の数値が格納される。

我々は、音楽心理学分野において提案されている音楽作品の感情的側面を種類と量を表す感情価というものに着目した。そして、音楽作品の感情価を測定する方法として提案されている感情価測定尺度の概念 [11] を用いて、感情に基づく音楽作品の検索システムの設計、開発を行っている。この感情価測定尺度により測定される感情価は5次元の数値と捉えることができる。我々は、この感情価測定尺度を用いて心理学実験により測定された音楽作品の感情価を5次元の数値としてデータベースに格納した。また、利用者が求める感情の入力方法は、感情価測定尺度により音楽作品の感情価を測定する方法と同様の方法を用いた。入力された感情価と音楽作品との感情価との類似度計算には、ユークリッド距離を用いた。検索結果としては、最も類似しているものから上位数件の音楽作品を提示する方法を用いた。

本論文では、試作したシステムの問題点を示し、その一部の問題点を解決する一手法を提案する。

表 1: 音楽の感情価評価尺度 (AVSM)(参考文献 [11] より)

因子	形容詞
高揚	明るい, 楽しい, うれしい, 陽気な
抑鬱	沈んだ, 哀れな, 悲しい, 暗い
親和	優しい, いとしい, 恋しい, おだやかな
強さ	強い, 猛烈な, 刺激的な, 断固とした
軽さ	気まぐれな, 浮かれた, 軽い, 落ち着きの ない
荘重	荘厳な, 厳かな, 崇高な, 気高い

2 音楽作品の感情価

参考文献 [11] において、感情操作の手段として音楽を利用するための研究が行われており、音楽作品が持つ感情的な側面である感情価 (affective value) と、その音楽作品を聴くことで喚起された感情反応との関連が示されている。

感情価とは、音楽作品の感情的性格を表すものであり、「ある音楽作品がどのような感情的性格をどの程度持っているのかと言った、感情的性格の種類と量を表すもの」と定義されている。この感情価は、その音楽作品を聴取した人がその作品の感情的性格をどのように認知したかにかかわるものである [11]。

参考文献 [11] では、音楽作品の感情価を求めるための感情価測定尺度が提案されている。感情価測定尺度では、表 1 に示す、高揚・抑鬱、親和、強さ、軽さ、荘重の 5 因子に属する 24 個の形容詞が定められている。感情価測定尺度を用いた音楽作品の感情価の測定では、被験者に音楽作品を鑑賞させ、24 個の形容詞の各々に対して、(1) 全くあてはまらない、(2) ややあてはまらない、(3) どちらともいえない、(4) ややあてはまる、(5) よくあてはまる、の 5 段階のいずれか 1 つを選択させる。各因子ごとに、選択された数値を単純に加算した結果が音楽作品の感情価である。ただし、高揚と抑鬱は、同じ因子の正負の関係にあるため、抑鬱に関する 4 形容詞は逆転項目として処理した後、高揚に関する 4 形容詞とあわせて加算して、それを 2 分の 1 にした値を感情価とする。公共的主観性を持った感情価を求めるために、同じ音楽作品を多数の被験者に鑑賞させて、各被験者から測定された感情価の平均値をその音楽作品の感情価としている。実際に、参考文献 [11] の著者は、その著書 [12] にて、この感情価測定尺度を用いたクラシック音楽作品 90 曲に対する公共的主観性を持った感情価を公表している。

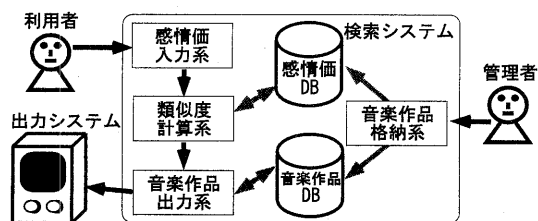


図 1: 試作システムの概略図

3 感情に基づく音楽作品の検索システム

我々は、音楽作品の感情値をデータベースに格納し、利用者が要求する印象に近い音楽作品を検索するシステムの実現を行っている。図1に試作システムの概略図を示す。試作システムは4サブシステムから構成されている。

音楽作品格納系 音楽作品格納系において、検索システム管理者が音楽作品とその感情値をデータベースに格納する。試作システムでは、参考文献 [12] にて公表されているクラシック音楽作品の 90 曲の音楽作品と感情値をデータベースに格納した。

感情値入力系 感情値入力系において、利用者は要求する感情値を入力する。入力方法は、参考文献 [11] に示された測定実験と同様に、24 個の形容詞群に 5 段階評価をつける方法を用いた。

類似度計算系 類似度計算系において、データベースに格納されている各々の音楽作品の感情値と利用者の要求する感情値との類似度を計算し、その類似度の高い順に音楽作品の順序付けを行う。

検索結果出力系 検索結果出力系では、類似度計算系にて順序付けされた音楽作品群の上位の音楽作品の情報(題名など)を利用者に提示し、利用者と要求に応じて、音楽作品の演奏(再生)を行う。

4 試作システムにおける問題点

試作システムを実現を通して、いくつかの問題点が明らかになった。ここではその問題点を議論する。

4.1 音楽作品格納系

試作システムでは、参考文献 [12] にて公表されているデータを基にデータベースを作成した。この感情値は、多くの被験者を対象にして心理学実験を行

い、その結果を統計処理することにより求めている。この方法では、1つの音楽作品の感情値を求めるために、高いコストがかかる。したがって、低いコストにて感情値を求める方式の実現が重要となる。

4.2 感情値入力系

利用者が要求する感情には、あいまい性が存在する。試作システムの目的は、利用者がとある感情になりたいときに、それに相応しい音楽作品を提示することである。すなわち、利用者は、音楽作品を何一つ鑑賞せずに、音楽作品を鑑賞した後の感情を入力しなくてはならない。このとき、感情を正確に表現することは非常に難しく、あいまいにならざるおえない。

4.3 類似度計算系

試作システムの類似度計算において、感情値は、心理学実験の測定結果の各因子毎の平均値を用いて、5次元ベクトルとして取り扱っている。そして、感情値間の類似度には、感情値のベクトル間のユークリッド距離を用いている。感情値を点として取り扱っているため、利用者のもつ感情のあいまい性を表現できないといった問題点、また、その音楽作品を鑑賞した人達が持った感情はどのように分布していたかを無視しているという問題点がある。

5 問題点に関する解決方法

我々は、前章にて述べた問題点を解決する方法に関して、研究を進めている。

5.1 類似度計算方式の提案

試作システムでは、感情値は5次元空間の点データとして取り扱っている。しかし、前章にて述べたように、感情値を点データとして取り扱うことにより、以下に述べるような問題点が発生する。

- 測定データの散らばりを無視している。試作システムでは、多くの被験者が視聴したデータの平均値を感情値として用いている。感情の類似を測る尺度として、平均値がどれくらい離れているかということよりは、同じ感情を持った人がどのくらいの割合いるかといったことの方が、より重要である。
- 利用者の感情のあいまい性を無視している。試作システムでは、利用者が要求する感情値も点データとして取り扱っている。しかし、前述の通り、利用者の要求はあいまい性がある。すなわち、1点で表現することは難しい。た

例えば、ある形容詞に関して、「あてはまる」が、その度合いがはっきりしないときに選択すべき選択肢がない。また、ある形容詞に関して、「中間的である」という場合と、「全く考えがない(don't care)」という場合のいずれでも「(3)どちらともいえない」しか、選択できない。感情価を点データとして取り扱う限り、「全く考えがない」という選択肢を設けた場合でも、それを表現する数値が存在しない。

我々は、感情価が心理学実験の測定データを統計処理することにより求めている点に着目し、カルバック・ライブラーの情報量を用いた類似度計算方式を提案している [4]。カルバック・ライブラーの情報量とは、統計学において、真の分布を近似する確率分布モデルが複数存在する場合に、近似精度を客観的に測定する基準である。真の分布 p に関するモデル q のカルバック・ライブラーの情報量は次式で表される。

$$I(p; q) = E \log \frac{p}{q}.$$

このカルバック・ライブラーの情報量は常に非負の値をとり、その値が小さいほど近似精度が高いことを表す。また、真の分布 p とモデル q が一致するときのみ 0 となる。

我々は、感情価の各因子は、平均値と標準偏差の組で表される正規分布に従うと仮定した。利用者が要求する感情価のある因子 k が平均値 μ_{g_k} 、標準偏差 σ_{g_k} である確率密度関数 $g_k(x)$ で表現され、データベース内の音楽作品の感情価の因子 k が平均値 μ_{f_k} 、標準偏差 σ_{f_k} である確率密度関数 $f_k(x)$ で表現されるとする。このとき、因子 k に関する、利用者の要求する感情価に対するデータベース中の感情価のカルバック・ライブラーの情報量は次式となる。

$$\begin{aligned} I(g_k; f_k) &= \int_{-\infty}^{+\infty} \log \left(\frac{g_k(x)}{f_k(x)} \right) g_k(x) dx \\ &= \frac{1}{2} \left(\log \frac{\sigma_{f_k}^2}{\sigma_{g_k}^2} + \frac{\sigma_{g_k}^2 - \sigma_{f_k}^2 + (\mu_{g_k} - \mu_{f_k})^2}{\sigma_{f_k}^2} \right). \end{aligned}$$

感情価は 5 因子あり、それぞれ独立である。利用者が求める感情価とデータベースに格納されているある音楽作品の感情価と類似度 S は次式により定義する。

$$S = \sum_{i=1}^5 I(g_i; f_i).$$

表 2: 感情価の測定結果

音楽作品	高揚	親和	強さ	軽さ	荘重
基準曲	8.43	14.91	8.27	7.73	14.32
	1.86	2.33	2.64	2.12	2.03
作品 A	12.23	14.18	6.41	12.68	13.05
	2.89	2.44	2.74	2.57	2.08
作品 B	11.48	13.91	8.23	12.50	10.77
	2.85	2.72	3.70	2.61	3.26
作品 C	12.73	14.36	6.86	12.81	11.77
	2.27	2.19	2.61	2.91	2.99
作品 D	8.57	14.91	8.50	7.50	14.22
	1.97	1.90	2.32	2.28	2.35

(上段が平均値, 下段が標準偏差を表す。)

表 3: 順位付けによる比較

被験者数	第 1 位	第 2 位	第 3 位	第 4 位
11(提案)	作品 D	作品 B	作品 A	作品 C
6(従来)	作品 D	作品 A	作品 B	作品 C
3	作品 B	作品 D	作品 A	作品 C
1	作品 A	作品 D	作品 B	作品 C
1	作品 D	作品 A	作品 C	作品 B

ただし、 g_i は利用者が求める感情価の i 番目の因子の確率密度関数、 f_i はデータベースに格納されているある音楽作品の感情価の i 番目の因子の確率密度関数とする。これにより、類似度 S は、2 つの感情価の各因子の確率密度関数が類似しているほど小さい値をとり、2 つの感情価の各因子の確率密度関数が全く一致している場合のみ 0 となる。これにより、利用者のあいまい性は、確率密度関数の形をかえることにより、表現可能となる。

提案する類似度計算方式と従来のユークリッド距離を用いた類似度計算方式との比較を行う実験を行った。まず、予備実験として 5 つの音楽作品の感情価を参考文献 [11] の方法により 22 名の被験者を用いて測定した。表 2 に測定結果を示す。つぎに、その 5 つの音楽作品のうち 1 作品と感情的に近くなるように残り 4 作品を被験者に並べ替えさせた。その結果と提案方式、従来方式の双方により順序付けされたものを比較した。表 3 に結果を示す。

表 3 より、提案方式と従来方式では、作品 D が最も類似している作品、作品 C が最も類似していない作品としている点で共通している。また、被験者数

が最も多い順序付けと提案方式の順序付けが一致している。すなわち、提案方式は大多数に受け入れられる順位付けを行うことが可能であることを表している。表2より、作品Bの感情価の強さ因子、莊重因子の標準偏差は、作品Aの感情価の強さ因子、莊重因子の標準偏差よりも大きい。すなわち、作品B被験者が受けた作品Bの感情の強さ因子、莊重因子のばらつき具合が、音楽作品Aの感情の強さ因子、莊重因子よりも広がったことを表している。感情価の平均値だけに着目すると基準曲には作品Aが作品Bに比べて近い結果になるが、基準曲と同じ感情を持った人が多い可能性があるのは、作品Aよりも、作品Bである。これにより、提案方式は、測定データの散らばりを考慮していることがわかる。以上より、類似度計算方式として提案した方式の有効性が確かめられた。

5.2 計算による感情の導出

試作システムでは、心理学実験の測定結果である感情価をデータベースに格納している。この心理学実験には多くの被験者が必要であるため、感情価を得るためには高いコストが必要となる。多くの音楽作品をデータベースに格納するためには、感情価をより低いコストで求める方法が必要になる。

我々は、音楽作品が電子化されていることに着目した。電子化されている音楽作品に対して、音楽的構成要素を分析し、その結果を特徴量として数値化した。その特徴量と心理学実験により求めた感情価との関係を導き出した。そして、新たに格納したい音楽作品に関しても、音楽的構成要素を分析し、特徴量を求め、導出した関係にその特徴量を適用し、感情価を計算により求める方式を研究している [9, 10]。

我々は、電子化された音楽作品として Standard MIDI File ([1], 以下 SMF と呼ぶ) という形式を用いているデータを利用した。この形式は MIDI 機器間でのデータ転送の形式に準じているため、この形式により記述されたデータは、MIDI 機器を用いて直接聴取することが可能である。

我々は、特徴量と感情価との関係を導き出す方法として、重回帰分析による方法 [9] と決定木導出方法 [10] の2方法について研究している。この2方法の共通の問題点は、心理学実験の測定結果として感情価が求められている90曲のクラシック音楽作品のうち、SMF形式のデータが得られている音楽作品数が少ない点である。そのために、導出された関係に特徴量を適用して感情価を求めた場合、その精度が悪くなる可能性がある。

我々は、感情価導出の精度向上のために、分析結

果の特徴量の数を減らすことを検討し、以下に示す音楽的構成要素の特徴量抽出を行っている。

テンポ 速度記号に基づいて、「はやい」「中間的」「遅い」テンポで演奏されている部分を抽出した。それぞれのテンポで演奏されている部分の時間的割合を特徴量とした。

調性 調性を表す記号に基づいて、「短調」「長調」で演奏されている部分を抽出した。それぞれの調性で演奏されている時間的割合を特徴量とした。

旋律 複数の楽器で演奏されている音楽作品の中から、主旋律となる旋律を抽出した。そして、その旋律が「上昇系」「水平系」「下降系」の3種のいずれかに分類した。それぞれの分類に属する旋律の時間的割合を特徴量とした。

リズム 「旋律」の特徴量計算時に抽出した主旋律に対して、拍子記号の分母となる音符を基本として、旋律を構成する音符を「荒い」「ほぼ同じ」「細かい」の3種に分類した。それぞれの分類に属する音符(合計)の時間的割合を特徴量とした。

協和 音楽作品中の同時刻に演奏されている2音の協和関係が、「協和」「不協和」であるかを調べ、その回数を記録した。それぞれの回数が全体の回数に対してどれくらいの割合を占めているかを特徴量とした。

拍子 拍子記号を基にして、「単純拍子」「複合拍子」「混合拍子」で演奏されている部分を抽出した。それぞれの拍子で演奏されている時間的割合を特徴量とした。

現在、これらの特徴量と感情価の関係の導出を行っている。重回帰分析の中間結果として、いくつかの因子に関しては、相関係数の絶対値が1に近づいている。これにより、ある程度の精度向上が可能となる。

音楽作品全体の中から主旋律を抽出する部分は、旋律の特徴量を決定するだけでなく、他の特徴量にも影響を与える部分である。したがって、主旋律抽出の精度向上は大変重要である。現在、主旋律抽出方法は、参考文献 [3, 5] を参考に再検討している。

6 おわりに

本論文では、我々が設計、開発を行っている感情に基づく音楽作品の検索システムを紹介した。この

システムの特徴は、音楽作品の感情価を測定する方法として提案されている感情価測定尺度の概念を用いている点にある。そして、試作システムの実現により、明らかになった問題点について述べ、その一部の問題点を解決する一手法について提案した。

本論文で提案した類似度計算方式では、感情価は確率分布関数として表現することが可能となっている。したがって、計算による感情価導出方式において、感情価を点として計算するのではなく、確率分布関数として導出する方法が考えられる。また、Web技術を用いてインターネット上で心理学実験を行い、感情価を求める方式も有効ではないかと考えられる。これらについては、今後の課題とする。

感情価入力系も利用者の要求を反映しやすい様に改良が必要である。また、感情を表現する形容詞は個人によって異なる。そのため、個人を対象とした学習システムの導入なども必要となる。また、感情価導出において、現在は楽譜情報を用いて分析している。すなわち、作曲者が音楽作品にこめた感情のみを対象としている。利用者が音楽作品を鑑賞する際には、演奏者の解釈が入っているものを聴取することになる。したがって、演奏者の感情のモデルを組み込んだシステムを開発する必要がある。これらは今後の課題とする。

謝辞

広島市立大学情報科学部データベースシステム講座の黒木進助教授、森康真助手には有益な議論をしていただき、感謝致します。また、感情価のデータを提供頂いた大阪学院大学谷口高士助教授に感謝致します。本研究の一部は広島市立大学特定研究費(科研費奨励研究費)「印象語による音楽検索システム」の助成による。

参考文献

- [1] 新井純. SMF リファレンス・ブック. リットーミュージック, 1996.
- [2] 池添剛, 梶川嘉延, 野村康雄. 形容詞対を用いた音楽データベース検索システム. 情報処理学会研究会報告 99-MUS-33, pp. 4-14, 1999.
- [3] 梅本克夫. 音楽心理学の研究. ナカニシヤ出版, 1996.
- [4] 小川潤, 佐藤聡, 北上始. 感情に基づく音楽作品のための類似度計算方式. *Proc. of DB-Web2000*, 情報処理学会, pp. 229-234, 2000.
- [5] 片寄晴弘, 今井正和, 井口征士. 音楽における感性情報抽出の試み. 人工知能学会論文誌, Vol. 3, No. 6, pp. 748-754, 1988.
- [6] 本本晴夫. 感性語にとる画像検索とその精度評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 3, pp. 886-898, 1999.
- [7] 清木康, 金子昌史, 北川高嗣. 意味の数学モデルによる画像データベース検索方式とその学習機構. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-D-II, No. 4, pp. 509-519, 1996.
- [8] 栗田多喜夫, 加藤俊一, 福田郁美, 坂倉あゆみ. 印象語における絵画データベースの検索. 情報処理学会論文誌. Vol. 33, No. 11, pp. 1373-1383, 1992.
- [9] 佐藤聡, 菊地幸平, 北上始. 音楽データを対象としたイメージ検索のための感情価の自動生成. 情報処理学会研究報告 99-DBS-118, pp. 57-64, 1999.
- [10] Akira SATO, Jun OGAWA and Hajime KITAKAMI. An Impression-based Retrieval System of Music Collection. *Proc. of 4th Intl. Conf. on KES2000*, Vol. 2, pp. 856-859, 2000.
- [11] 谷口高士. 音楽作品の感情測定尺度の作成および多面的感情状態尺度との関連検討. 心理学研究, Vol. 65, No. 6, pp. 463-470, 1995.
- [12] 谷口高士. 音楽と感情. 北大路書房, 1998.
- [13] 宝珍輝尚, 山口伸也, 郡司達夫. 感性の主因子を用いたマルチメディアデータ検索システムの改良. 電子情報通信学会データ工学研究会技報, DE97, pp. 25-30, 1997.
- [14] 三浦健二, 中川裕志. シナリオを用いたドラマシーンの検索システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 40. No. SIG3(TOD1), pp. 144-151, 1999.
- [15] 武藤誠, 半田伊吹, 坂井修一, 田中英彦. 音楽認知モデルによる感情情報抽出. 情報処理学会研究報告 2000-MUS-36, pp. 25-30, 2000.
- [16] 吉野太智, 高木秀幸, 清木康, 北川高嗣. 楽曲データを対象としたメタデータの自動生成方式とその意味的連想検索への適用. 情報処理学会研究報告 98-DBS-116, pp. 109-116, 1998.