

5C-07 事例ベースの演奏表情生成システム

— Kagurame Phase-I —

鈴木泰山

西田深志

徳永健伸

田中穂積

東京工業大学大学院 情報理工学研究科

1 はじめに

人間が行なう音楽演奏では、テンポを微妙に揺らしたり強調したい部分を強く演奏するなど様々な演出が行なわれている。楽曲の演奏中にみられるこれら演出のことを演奏表情と呼ぶ。演奏表情は演奏を自然で興味深いものにする上で大きな役割を果たしている。

我々は計算機で演奏表情を自動生成し自然な演奏を行なわせるための手法として事例ベースの演奏表情生成手法を提案した [3]。この手法は従来行なわれていたルールベースの生成手法に比べ多様な演奏表情の生成が容易に行なえるという利点がある。また我々はこの手法を利用した演奏表情生成システム Kagurame の実装をすすめている。現在は第一段階のシステム Kagurame Phase-I [2] を構築し、これを利用して我々の提案する演奏表情生成手法の有効性の評価を行なっている。

本論文では我々が提案する事例ベースの演奏表情生成手法について概説し、演奏表情の自動生成システム Kagurame Phase-I の実装および評価について述べる。

2 事例ベースの演奏表情生成手法

演奏表情の特徴の一つに許容範囲の広さから生じる多様性がある。事実、演奏表情は演奏者や演奏時の気分などによって激的に変化する。これら楽曲の演奏表情を決定する要素を演奏状況と呼ぶ。いままでの演奏表情の生成手法は演奏表情の生成ルールを対象曲に適用するというものであった。こういったルールベースの手法ではルールに演奏状況の影響を取り込むのが非常に困難なため一つの曲に対して単一の演奏表情しか生成できないものが多い。

事例ベースの手法を用いることでこの問題を比較的容易に解決できると考えられるが、事例ベース手法を用いた演奏表情生成はまだ十分には行なわれていない [1]。また同じ曲に対し異なる演奏表情を生成する試みもあまり行なわれていない。

我々が提案する事例ベースの手法の概念的枠組を図 1 に示す。ここで利用している演奏データ集の個々の演奏データは楽曲の楽譜、人間の演奏データだけでなく演奏

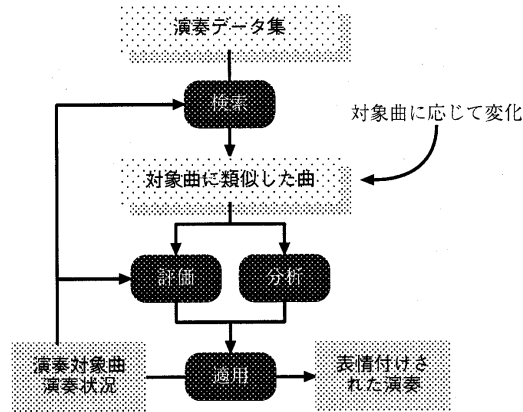


図 1: 事例ベースの演奏表情生成手法の概念的枠組

状況が記載されている。この手法では演奏状況の設定に応じて検索される参考データが変化するため、その結果生成される演奏表情も変化する。したがって演奏状況に応じた多様な演奏表情の生成が可能となる。

3 Kagurame Phase-I

3.1 概要

現在、我々は Kagurame の第一段階として Kagurame Phase-I の構築を主に行なっている。Phase-I では我々の提案する事例ベースの演奏表情生成手法の有効性を評価することを目的としている。そのため入力などに一定の制限をかけシステムの構成がシンプルになるようにした。主な制限としては、1) 単旋律の曲のみを対象とする、2) 演奏状況は演奏スタイルを表すキーワードだけで記述する、3) 演奏表情はテンポ、音の強さ、音長比のみとする、などである。

3.2 構成

Kagurame Phase-I のシステム構成を図 2 に示す。このシステムでは入力として演奏状況と楽譜情報の他に対象曲の楽曲構造を与える。楽曲構造はフレーズや小節などの境界の情報で対象曲の構成を表している。演奏状況はデータの演奏スタイルを“ロマン派風”や“古典派風”などのキーワードで記述している。演奏データ集の中の個々のデータは人間の演奏データ、楽譜情報、楽曲構造、演奏状況からなる。

An Example Based Expressive Performance Generation System — Kagurame Phase-I —
Taizan Suzuki, Fukashi Nishida, Takenobu Tokunaga, Hozumi Tanaka
Department of Computer Science, Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology,
2-12-1 Ookayama Meguro-ku, Tokyo, 152 JAPAN

入力を与えられると、対象曲を楽曲構造に基づいて曲の断片に分割する。これは演奏データ集からより多くの参考事例を獲得するためである。そしてそれぞれの曲の断片ごとに演奏データ集の中から対象曲に類似した楽曲を検索し参考事例集を獲得する。次に、集められた事例ごとに対象曲との旋律の類似性や演奏状況の近さなどから重要度を計算する。それと同時に事例ごとに演奏表情の変化を分析し演奏表情パターン集として取り出す。その後事例ごとの演奏表情パターンを重要度で重み付けして平均化し、さらに断片ごとの演奏表情パターンを合成して対象曲全体の演奏表情パターンを作成する。この演奏表情パターンを対象曲に適用することで演奏表情のついた演奏データが生成される。

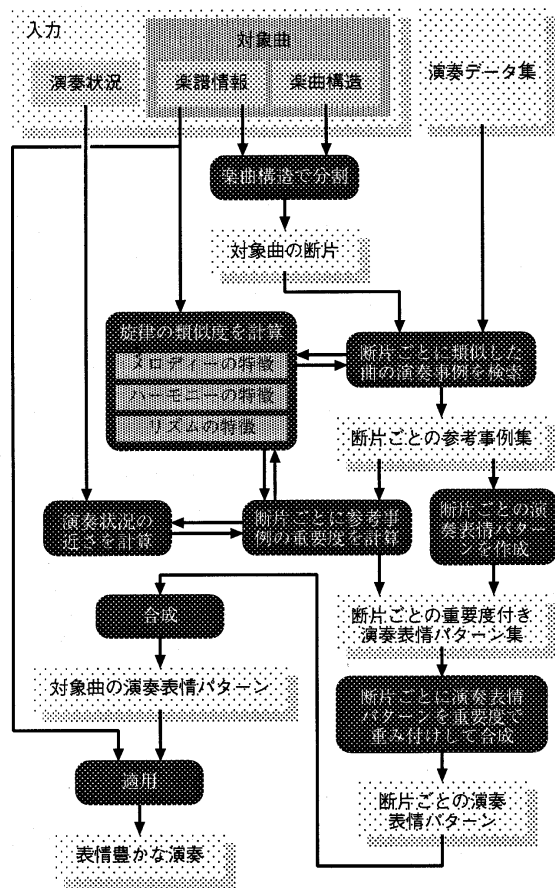


図 2: Kagurame Phase-I のシステム構成

4 生成された演奏の評価

本章では Kagurame Phase-I が生成した演奏データの評価について述べる。演奏データ集は、演奏状況が“ロマン派風”と“古典派風”の演奏の2種類のデータ計48本を用意し、その中から対象曲のデータを取り除いて

使用した。

生成された演奏表情の多様性 同じ曲に対して上記の2種類の演奏表情を生成しその違いを比較した。その結果人間が聞いて明らかに区別がつく演奏データが生成された。またデータを音楽演奏の経験がある被験者に聞かせ演奏状況を上記の2種から選択させたところ、非常に高い割合で正解が得られた。このことから少なくとも上記の2種類の演奏表情については“弾き分け”ができていると考えられる。

単独の演奏としての評価 生成された演奏データを被験者に聞かせたところ概ね人間らしい演奏であるという評価が得られた。演奏表情自体は中程度の評価が多かったが、一方で生成された演奏が単旋律なので評価が困難であるという意見もあった。

演奏データ中にはミスで打鍵が非常に弱くなってしまった箇所などがあったが、生成された演奏ではこういった点があり見られなかったので演奏技術は悪くはないとの評価が得られた。

人間の演奏との比較 生成された演奏データと同じ曲を人間が演奏したデータとの数値的な比較を行なったところ多くのデータで演奏状況が同じデータに一番近いという結果が得られた。またグラフで表示して比較したところ人間のデータに近い変化を示しているところが多かった。特に曲の終末部分など特徴的な部分で人間の演奏に非常によく似た傾向を示していた。一方で人間の演奏とは違う傾向を示している部分も多かった。このような部分を被験者に聞かせたところ、演奏表情の与え方としてはどちらでもよいように判断される部分が多かった。これは例えば同じロマン派風の演奏でもルバートのかけ方は多種多様で演奏データごとにその傾向が違っているのが要因ではないかと考えられる。

5 今後の予定

Kagurame Phase-I を用いた生成実験により事例ベースの手法の有用性が確認されたので、今後は和音を含んだ一般の楽曲に演奏表情の生成が可能なシステム Kagurame Phase-II の構築を行なう。また現在は楽曲構造を手で入力しているが、楽曲構造の境界はある程度楽譜情報などから推定することができるので楽曲構造を自動的に判断する手法についても検討する予定である。

参考文献

- [1] J. L. Arcos et al. SaxEx : a case-based reasoning system for generating expressive musical performances. In *Proc. of the 1997 ICMC*, pp. 329-336. ICMA, 1997.
- [2] 鈴木泰山他. — Kagurame Phase-I — 事例ベースの演奏表情生成システム. 情報処理学会研究報告 98-MUS-24, Vol. 98, No. 14, pp. 61-68, 1998.
- [3] 鈴木泰山, 徳永健伸, 田中穂積. 事例ベースの演奏表情生成手法に関する研究. 情報処理学会研究報告 97-MUS-21, Vol. 97, No. 67, pp. 7-12, 1997.

演奏シミュレーションを用いた 計算機演奏におけるニュアンスの表現

関口博之, 英保茂
京都大学大学院 情報学研究科

1. はじめに

計算機による演奏は楽譜に忠実に行為される一方、無味乾燥な印象を与えることが多い。個々の音に対し、単に乱数的な音量やタイミングのバラツキを加えるだけでは「人間的な」演奏結果を得ることは難しい。ニュアンスの表現は、演奏における手指の動き方や演奏者の心理的作用など、より上位レベルの要因を考慮して初めて可能になると考えられる。

抽出した演奏者の特徴に基づいた自動演奏手法に関する研究が、これまでにいくつか報告されている [1][2]。本稿では手指の動作特性を考慮した演奏生成法による、ニュアンス表現の可能性について述べる。演奏結果の評価は前回報告したピアノ演奏シミュレーションシステム[3]を用いて行った。

2. 人の演奏の特徴

同じ譜面であっても、演奏者によって演奏結果は大きく異なる。この差が生じる要因として次の2つが考えられる。

1. 演奏者の熟練度の違い
2. 楽曲に対する解釈, 表現手法の違い

打鍵動作に関する熟練度は、指の運動性能（各指の動作可能な速度の上限ならびに、各指に加えられる力の最大量）と、これらを制御する能力によって定まる。熟練度が高いほど、楽譜に忠実な演奏を行うことが可能になる。実際には各指の力、長さの差等、身体機能上の制約によって、音量やタイミングに若干のムラは必ず生じる。しかしこれは演奏の「人間らしさ」をもたらす要素の一つとも考えられる。

演奏者のニュアンス表現は、音量と発音タイミングの微妙な揺らぎによって実現される。これはフレーズ単位の色度や強弱の変化に現れる大域的なもの、個々の音符に対するタイミング変動のような局

所的なものに分けられる。後者は各音符に対して意識的に行なわれるのではなく、打鍵時における手指動作の動特性の変化や、他の手指動作からの影響によって実現されていると考えられる。例えば重々しく弾く場合では指の動きは遅くなり、また緊張感を持つフレーズでは手の大きな上下移動が見られる。

ニュアンスの生成においては、このような打鍵に直接関係しない動作や動特性の変化が重要な役割を果たしていると考えられる（図1）。ここではその一つである指の動特性に着目し、これがニュアンス表現に与える影響について検討した。

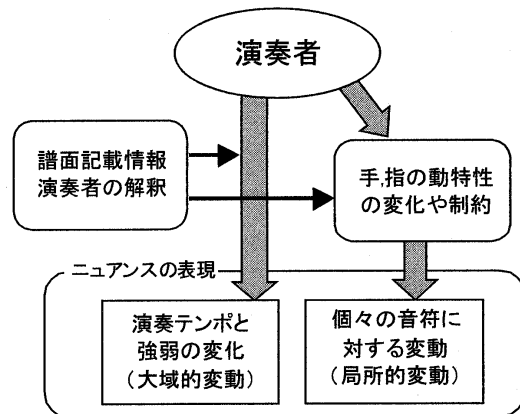


図1. 演奏ニュアンス表現の生成過程

3. 局所的揺らぎの生成

本シミュレーションにおける指の動特性は、指の運動速度、指に与える力の2パラメータにより記述される。個々の音に対するタイミングの揺らぎは前者、音量の揺らぎは後者により、共に手指の運動を介して間接的に定められる。譜面上に書かれた奏法標語(*dolce, agitato, etc*)とこれらのパラメータの関係を表1に示す。これらのパラメータを奏法標語に従ってフレーズ毎に設定することにより、個々の音符に対する局所的な揺らぎが自動的に生成される。

なお鍵盤楽器の音量は、鍵盤の押下速度によって定まる。本シミュレータでは印加する力の大きさを