

## 自動演奏生成2000—デモンストレーションとパネル

平賀 瑠美  
文教大学情報学部

片寄 晴弘  
和歌山大学システム工学部

小池 宏幸  
筑波大学工学研究科

鈴木 泰山  
東京工業大学  
情報理工学研究科

野池 賢二  
東京農工大学  
工学研究科

星芝 貴行  
北陸先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科

### 要旨

日本における自動演奏生成システム研究の成果を一堂に集め、システムの生成物である演奏のデモンストレーションを行う。これらは、大学の理工学系の研究室で独立に研究が進められてきており、演奏生成のモデル、手法は勿論、生成対象となる楽曲、入力情報の種類や形式、出力情報の種類は全て異なる。デモンストレーションに先立つパネル討論では、デモの各参加グループから一人がパネリストとなり、これまでに進めてきた内容から、演奏生成研究において感じた困難なことや、それに基づいた今後のための提案を発表する。今回のデモンストレーションとパネル討論は演奏生成システムを集める世界初の試みであり、今後のより円滑な情報交換と研究の発展を目指す。

## Performance Rendering 2000—Demonstration and Panel Discussion

Rumi Hiraga  
Bunkyo Univ.

Haruhiro Katayose  
Wakayama Univ.

Hiroyuki Koike  
Univ. of Tsukuba

Taizan Suzuki  
Tokyo Inst. of  
Technology

Kenji Noike  
Tokyo Univ. of  
Agriculture and Technology

Takayuki Hoshishiba  
Japan Advanced Inst. of  
Science and Technology

### Abstract

Researchers who have been working on performance rendering systems gather together to show their demonstration and exchange opinions for a further evolution of the research at a panel discussion. All the systems have been independently developed at engineering/science laboratories in universities. For the mutual understanding and sharing common issues in the research of performance rendering, representatives from each group discuss and present proposals toward the research in the next step. The special demonstration of performance rendering is the world premiere.

## 1 はじめに

演奏生成研究はその結果として演奏が生成される。「百聞は一見に如かず」という諺があるが、演奏生成研究に関しては、まったく当てはまらず、いくら紙上に細かくモデルが記されていてもそこから結果の演奏を予測することは殆んど不可能である。この研究分野の成果は「百見は一聞に如かず」という状況を代表しているものの一つといえよう。メディア技術の進歩に伴い音声、音響、音楽情報がより簡単、高速、安価に PC 上で実現されてきているとはいえ、研究は紙の上に文字で記され、その成果は数値により評価されるという、従来ながらの研究発表形式がまだまだ幅をきかせている。

本デモンストレーションは、演奏生成研究の現状を広く知ってもらうことを第一の目標としている。また、従来の研究発表の枠には入りきらない研究分野の一つとして、その成果の発表のあり方を考えるきっかけとなればと考えている。

デモンストレーションで発表される五件の研究は、その演奏生成のモデル、手法は勿論、研究の目的、生成対象となる楽曲、入力情報の種類や形式、出力情報の種類は全て異なる。これらを念頭におき、以下に紹介するデモンストレーション要旨からのみでは伝わらない研究内容を実際にデモンストレーション会場で演奏を聞いて体験していただきたいと思う。

## 2 デモンストレーション要旨

以下に各デモンストレーションの要旨を記す。この五件のデモンストレーションが演奏生成システム研究に関するもので、各発表グループの中からパネリストが出てパネル討論を行う。

本研究会のデモンストレーションとして、これら五件以外にも、国立音楽大学からマルチメディア・インタラクティブ・システムが出展される。

### 2.1 カスタマイズした重回帰分析による演奏の表情付け

石川修 (大阪大学大学院基礎工学研究科  
システム人間系)

片寄晴弘 (和歌山大学システム工学科)

井口征士 (大阪大学大学院基礎工学研究科  
システム人間系)

我々は人間の演奏時における演奏表現を理解・分析するために音楽解釈モデルを提案してきた。その中で演奏表現を抽出するため、重回帰分析に AND 処理のイタレーション・変数減少法といったアルゴリズムを施し抽出を行っている。重回帰分析の条件となる説明変数は、音符列、明示的に楽譜上に書かれた演奏記号だけではなく、音楽構造解析理論から得られるフレーズ(グループ)表現や音楽心理学の理論を用いた。また、目的変数として実演奏の音量、テンポ、音長、発音位置を入力とした。重回帰分析を用いることで楽譜情報と実演奏との関係(演奏表現ルール)を求めることができ、このルールを未知曲に適用することでその楽譜に演奏の表情を付けることができる。デモとして実演奏から抽出した演奏表現ルールをもとに生成した演奏をお聞かせする。演奏表現ルールの違いにより未知曲の演奏の表情がどのように変化するのかという点に注目してもらいたい。

研究室 HP <http://www.inolab.sys.es.osaka-u.ac.jp>

担当者 [ishikawa@inolab.sys.es.osaka-u.ac.jp](mailto:ishikawa@inolab.sys.es.osaka-u.ac.jp)(石川修)

### 2.2 芸術的演奏の生成における楽曲構造に基づく時間的法則の定量化

小池宏幸 (筑波大学工学研究科 (4月1日より  
ソニー株式会社))

水谷哲也 (筑波大学電子・情報工学系)

田中崇之 (筑波大学理工学研究科)

五十嵐滋 (筑波大学電子・情報工学系)

演奏表情のうち、特に重要な役割を持つと考えられるアゴーギク(局所的演奏速度変化)に着目し、その関数(曲線)的表現に基づいてそれに関する法則を提案し、楽譜にその法則を適用する際の定量化方法を開発することにより、演奏を生成する。実験の題材として、ポーランドの民族舞曲に由来するポロネーズを用いた。クラシック音楽全般に成立つ法則およびポロネーズ特有の法則を精密化し、解析システム DAPHNE から得られた音楽解析情報を基に法則の適用位置を決定し、その上で人間の演奏および楽譜データに基づき種々の方法で法則の定量化を行った。さらに、定量化された法則を他の楽曲に適用することで演奏を生成した実験結果に対し、音楽専門家による評価を求めた。その結果、遺伝的アルゴリズムを用いた定量化手法が最も芸術的な演奏を生成するという結果を得た。これは、演奏表情が不

連続曲線であるという、本研究の本質的な難解さを反映している。

研究室 HP <http://www.psych.eis.tsukuba.ac.jp>

担当者 peace@psych.eis.tsukuba.ac.jp (田中崇之)

### 2.3 Kagurame Phase-I

鈴木泰山 (東京工業大学 情報理工学研究所  
計算工学専攻)

徳永健伸 (東京工業大学 情報理工学研究所  
計算工学専攻)

田中穂積 (東京工業大学 情報理工学研究所  
計算工学専攻)

我々は、事例に基づく演奏表情の生成手法の研究を行なっている。この手法は、対象曲の楽譜情報と与えたい演奏表情の特徴情報を入力すると、あらかじめ用意した人間による演奏データ集の中から対象曲に類似した曲の演奏事例を検索し、それらに見られる演奏表情を対象曲に応用することで対象曲の自然な演奏データを生成する。この手法は、単一の楽曲に対して種類の異なる複数の演奏表情が容易に生成できるという特徴がある。"Kagurame Phase-I"は、この事例に基づく演奏表情生成手法を利用した演奏データ生成システムである。このシステムは、入力として、演奏スタイルなど演奏表情の特徴を指定することで、それに応じた演奏表情の演奏データを生成することが可能である。デモンストレーションでは、同一の楽曲に対して演奏表情の特徴情報を変化させた複数の演奏データの聞き比べなどを行なう予定である。

担当者 taizan@mori.cs.titech.ac.jp (鈴木 泰山)

### 2.4 表情パラメータ値列を近似した近似関数を用いた演奏表情生成システム

野池賢二 (東京農工大学大学院 工学研究科  
電子情報工学専攻)

野瀬 隆 (東京農工大学大学院 工学研究科  
電子情報工学専攻)

乾 伸雄 (東京農工大学大学院 工学研究科  
電子情報工学専攻)

小谷善行 (東京農工大学大学院 工学研究科  
電子情報工学専攻)

われわれは、「人間が演奏に表情を付けられるのは、楽曲の構造を把握し、楽譜上に記述されている記号を理解しているからである」という考えを基に、表情付加規則を適用することによって表情を付加する、ルールベースの演奏生成システムについて研究している。本システムでは、表情として、次の四つのパラメータを扱う。

- 局所メトロノーム速度値
- アーティキュレーション (打鍵離鍵間時間)
- 打鍵強度
- ダンパーペダル踏度

ダンパーペダル踏度を扱うことにより、アーティキュレーションの信頼性を上げることができる。表情付加規則は、これらの表情パラメータ値列を近似関数として持っている。近似関数として持つことにより、関数の係数値だけで表情を表すことができ、また、表情の分析が容易になる。演奏者の個性は、関数の係数の値や、関数の形として現れる。表情付加規則は、演奏例とそれに対応する楽譜情報の対から獲得する。

研究室 HP <http://shouchan.ei.tuat.ac.jp/>

担当者 noike@fairy.ei.tuat.ac.jp (野池賢二)

### 2.5 複数の演奏データを用いた奏者の個性解析と評価

星芝 貴行 (北陸先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科情報システム学専攻)

電子楽器や計算機を結ぶ規格である MIDI と様々な音楽ソフトを用いることにより、計算機上で比較的容易に曲の演奏や作曲ができるようになったが、楽譜通りのデータを入力しても計算機は正確な演奏を行うだけで、人間らしい情緒ある演奏は期待できない。人間らしい情緒ある演奏を行うには、演奏者が楽譜を解釈して演奏する特徴を何らかの方法で抽出し、それを計算機に入力しなければならない。また、奏者の個性も人間らしさの重要な要素と考えられ、これらの抽出も必要となる。我々は、奏者の個性を抽出するための基準となる演奏 (標準的演奏データ) を、複数の奏者によるピアノ演奏データから求める手法と、得られた標準的演奏データを用いて、演奏者の個性の抽出についての研究を行って

いる。標準的演奏データは、同一曲目の複数の奏者による演奏データを1音ずつ相互に対応付け、各音の発音時刻、強弱、長さのそれぞれの平均値を求め設定した。個性の抽出は、このようにして得られたデータと各奏者の演奏データとの差分、各演奏から抽出したルールのパラメータの差分、更に、我々が提案する楽曲構造の階層的な解析手法に基づいた各奏者の演奏の分析から行う。

研究室 HP <http://mitsuko.jaist.ac.jp/>

担当者 hoshisi@jaist.ac.jp (星芝 貴行)

### 3 パネルディスカッション

デモンストレーションで発表される研究は、大学の理工学系の研究室で独立に研究が進められてきたものである。

特に日本では、コンピュータ・サイエンスの研究の一つとして演奏生成研究の論文が紹介されることはあまり多くはなかった<sup>1</sup>。この理由の一つに、第1章で現在演奏生成研究が対峙しなければならないこととして述べたとおり、従来の枠組と評価方法に準拠した発表が求められていたということも挙げてもよいと思う。では、海外<sup>2</sup>ではより多くの演奏生成に関する研究が発表されているが、日本の演奏生成研究は海外でならば発表に値するものであろうか<sup>3</sup>。

研究環境に関して日本と海外の違いとして、思い付くだけでも、以下のようなことがあるのではないだろうか。

1. そのような研究(演奏生成研究)を受け入れる研究土壌がある程度確立されていること。
2. 演奏生成研究に携わる研究者の人口が多少なりとも多いこと。
3. コンピュータ・サイエンスを中心とした研究所でも他分野の専門家との協調がより容易そうであること。
4. 演奏生成に関する文献入手が日本よりは容易であること。

これらは根本的なことではあるが、少人数の研究者で一朝一夕に変えられるような問題でもない。

デモンストレーションに先立つパネルディスカッションでは、日本独特のハンディキャップを甘受す

<sup>1</sup>本段落では、「論文の紹介・発表」で、論文誌への掲載を念頭においている。

<sup>2</sup>英文論文誌。

<sup>3</sup>単純な疑問。

ることなく、世界に伍する研究を発信していくためにどのようなことができるかを考えるきっかけとする。今回のデモンストレーションとパネル討論は演奏生成システムを集める世界初の試みで、今後のより円滑な情報交換と研究の発展を目指しており、何らかの結論を急ぐものではない。

まず、演奏生成研究で課題となっていることを共通に認識することから始まり、さらに、研究の発展のために、研究内容以外のこととして、発表の枠組を変えていく努力をするためのきっかけとなることが期待される。

例えば、本フロンティア領域ジョイント研究会で行われるコンピュータ囲碁大会のように、演奏生成システムによる演奏コンクールを定期的の実施してみるといのはどうかという提案がある。このような催しは研究者のモチベーションにもなり得るし、広く研究の成果を報告することにもなるであろう。実際にコンクールを行うためには、課題曲の選曲、審査員、審査基準など、実際の音楽コンクールにおいても決めなければならないことを演奏生成研究という特殊性を考慮して決定しなければならない。また、入力データの構造や出力楽器、形式といったコンピュータ関係のことがらについても統一する必要が出てくる可能性もある。

このような試みが実現され得るならば、音楽情報処理研究の演奏生成分野に限らず、デモンストレーションが説得力を持つアンサンブルシステムなどでも有効であろう。

### 4 おわりに

本デモンストレーションを機会として、お互いの内容をより良く知るため、また、ステップアップの資料として、各参加者から演奏を提供してもらい、データベースを作成する予定である。著作権に関する問題が明確にわかっていないので、当面はアクセスの制限をするが、なるべく早い時点で一般に公開していきたい。