

# デモンストレーション：若手による研究紹介

|       |                               |
|-------|-------------------------------|
| 浜中 雅俊 | 日本学術振興会特別研究員 PD/<br>産業技術総合研究所 |
| 北原 鉄朗 | 京都大学大学院情報学研究科                 |
| 石田 克久 | 東京理科大学大学院理工学研究科               |
| 谷井 章夫 | 関西学院大学理工学研究科                  |
| 竹川 佳成 | 大阪大学大学院情報科学研究科                |
| 吉井 和佳 | 京都大学大学院情報学研究科                 |
| 宮下 芳明 | 北陸先端科学技術大学院大学                 |
| 上田健太郎 |                               |

あらまし 本デモセッションでは、音楽情報処理の研究分野における若手研究者のさらなる発展に向けて、若手による研究事例 7 件をデモンストレーション形式で紹介する。

## Demonstrations: Introduction of Research by Young Researchers

|                    |   |
|--------------------|---|
| Masatoshi Hamanaka | Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science/<br>National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) |
| Tetsuro Kitahara   | Graduate School of Informatics, Kyoto University  |
| Katsuhisa Ishida   | Graduate School of Sciences and Technology, Tokyo University of Science   |
| Akio Yatsui        | Graduate School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University  |
| Yoshinari Takegawa | Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University   |
| Kazuyoshi Yoshii   | Graduate School of Informatics, Kyoto University  |
| Homei Miyashita    | Japan Advanced Institute of Science and Technology  |
| Kentaro Ueda       |   |

**Abstract** Toward further progresses of young researchers in the field of music information processing, we introduce seven case studies of demonstration.

### はじめに

#### 浜中雅俊

情報処理学会音楽科学研究会では、これまで多くの魅力的な音楽システムが発表されてきた。システムのデモを発表中で行う例も増えてきたが、まだ多くの発表では、30秒からせいぜい1分ぐらいの断片的な映像しか見ることができていない。しかし、それでも見られた人はまだラッキーなほうで、自腹を切って旅費や宿泊費を払って参加する学生にとっては、研究会に毎回参加することは困難で、残念ながら見落とした研究も多いと思われる。

そこで、システムを実際に見る機会を増やすための試みとして、若手主導によるデモンストレーションを企画した。これは、音楽情報処理の研究分野では、まだ有名ではない若手に活躍の場を与えるための試みでもある。今回のデモンストレーションには、既に論文や研究会で発表したものから、「一発ネ

タ」や「つくっちゃいました系」など通常の研究発表では発表しにくいものを含む様々な特色を持つ7件のシステムが寄せられた。

7件のシステムの中には、評価基準が明確なものだけでなく、評価が難しいシステムも含まれている。評価の難しいシステムについては、このデモンストレーションが評価基準の設定について皆で議論していく機会となることを期待する。また、一般の人による主観的な評価も、システムを改良していく上で有効な場合が多く、是非システムに関する率直な意見を述べて頂きたい。

今回のデモンストレーションへの参加にあたって、若手研究者が一番心配していたのは、システムの欠点を見つけられて、査読の際に不利に働かないかという問題である。本研究会が若手を育てる場となるよう、暖かい目で見守って頂くことを願う。

本デモンストレーションが、本研究会の発展の一助となることを願っている。

## ism: 旋律補正に基づく即興演奏支援システム

石田克久, 北原鉄朗

*ism* は、即興演奏における旋律中の不自然な箇所をリアルタイムに補正する演奏支援システムである。即興演奏は、楽器演奏と旋律創作を同時に行う高度な演奏形態であり、楽器演奏自体ができる人であっても思い通りに行うことは難しい。本システムは、楽器演奏はできるが、どの音を出せば自然な旋律になるかを瞬時に判断できない人を対象とし、演奏表現の幅を狭めることのない演奏支援システムを目指している。

### (1) システム概要

本システムは、MIDI コントローラと音源モジュールの間に設置され、演奏情報を監視し、不適切な音を検出して適切な音に変換する。現在の実装では、あらかじめ与えられた伴奏ファイルとコード進行に基づいて、この処理が行われる。

### (2) 補正手法

旋律中の不適切な箇所を検出する手法の1つとして、アヴェイラブルノートスケールから外れる音（アウト音）をすべて補正することが考えられるが、これらの音が常に不適切であるとは限らず、この手法では演奏表現力の低下に繋がる。本研究では、即興演奏の旋律を **N-gram** でモデル化し、あらかじめ用意した旋律データベース（スタンダードジャズ約 400 曲）中で **N-gram** 確率の小さなアウト音のみを補正対象とすることで、比較的用いられやすいアウト音を許容した、演奏表現の幅を狭めることのない補正処理を実現した。

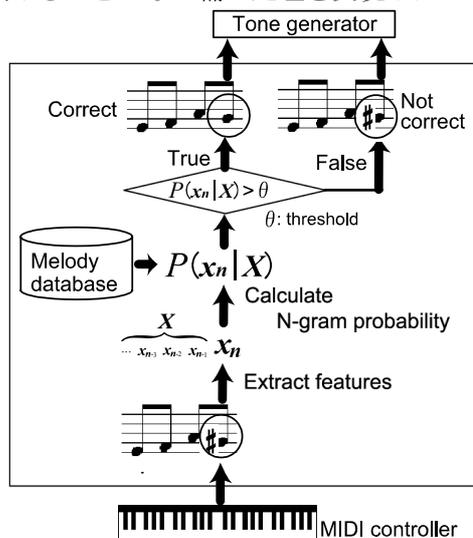


図 1: システムの全体像

## 即興演奏を支援する演奏システム “INSPIRATION”

谷井章夫

即興演奏（創作と演奏を同時に行う演奏行為）を行うには、様々な音楽理論の理解と高度な演奏技能が要求されるため、ピアノ演奏非経験者はもとより、既存 楽曲の再現しか経験のないピアノ演奏者にとっても非常に困難な演奏行為である。我々は、鍵盤楽器における即興演奏を対象とした演奏支援システム **INSPIRATION**[4][5][6]の開発を進めてきた。**INSPIRATION** は、でたらめな演奏を音楽的に許容できる演奏に実時間で変換するため、楽器演奏が苦手なユーザでも気軽に演奏表現を楽しむことができる。

具体的には、ユーザの表現する演奏意図を、打鍵タイミング、音の強弱、音の高低、同時に入力する音数などの物理的な量として捉え、それらができる限り保持した状態で、スケールノートやコードノートへ置換することにより音楽知識と演奏技能を補う。

**INSPIRATION** を利用した演奏状況については、<http://ist.ksc.kwansei.ac.jp/~katayose/members/yatsui/inspiration001.html> から閲覧できる。



図 2: システムの全体像

## 鍵盤を用いた芸術的な PC 操作

竹川佳成

我々の研究グループでは、いつでもどこでも楽器を演奏し音楽を能動的に楽しみたいという要求を満たすため、手軽に持ち歩いて利用できるモバイル楽器の開発を行っている[7, 8]. このようなモバイル楽器が普及し、常に楽器を持ち歩く環境が一般的になれば、楽器演奏者は持ち歩いている楽器を用いてあらゆることを行いたいと思うようになると思われる。

このような要求に対し、我々は持ち歩き可能な小型鍵盤を用いて PC を操作するシステムであるモバイルクラヴィアを構築してきた[9]. プロトタイプシステムでは 25 鍵盤を搭載した小型鍵盤楽器を使用した。そのため、一般の PC 用キーボードと比べてキー数が少ない条件の中で各種操作(文字入力操作、マウス操作、ウィンドウ操作)を行い、かつ芸術性を組み込まなければならない。

例えば、文字入力操作では、鍵盤の左半分を伴奏(左手)領域、右半分を文字指定(右手)領域に割り当てている。提案する文字指定方式は、各文字に対して使用する鍵が決まっているため、文字に依存した芸術性に乏しい音楽が出来上がってしまう。そこで、文字入力中に打鍵する鍵から出力される音を、左手で入力する和音(伴奏)に応じて変えることにした。伴奏と不協和音にならない音集合を導出し、文字指定領域にその音を敷き詰めることで違和感のない文字入力演奏を実現している。また、文字指定タイミングや、伴奏におけるコード進行などを工夫することで芸術性をさらに高められる。

今回のデモセッションでは、モバイルクラヴィアを用いたパフォーマンスとして文字入力操作、マウス操作、ウィンドウ操作を実際に体験していただく。これまでに発表した文字入力方式に加えて、新たな文字入力方式や、学内でのアンケート結果等を紹介し、演奏でコンピュータを操作することの可能性について議論したいと考えている。



図 3: システムの使用風景

## ドラムイコライズシステム INTER:D

吉井和佳

我々は音楽を聴くとき、CD プレイヤーなどに搭載されているグラフィックイコライザを用いて楽曲の音量バランスを調節することがある。従来のグラフィックイコライザは、音楽音響信号に対して帯域抑制・通過型フィルタを適用し、該当帯域周波数のスペクトル成分を抑制あるいは増幅するという原理で動作する。この方式では、任意の周波数帯域のスペクトル成分を調節することができる一方、ある楽器の音量のみをピンポイントで調節することはできなかった。

この問題を解決するため、音量調節したい楽器に由来するパワー成分のみを調節できるイコライズ方式 INTER(Instrument Equalizer)を提案する。INTER を用いると、ユーザはその楽器パートの音量だけを他楽器に影響を与えることなく調節しながら音楽を楽しむことが可能になる。

### (1) 機能紹介

本稿では、ドラムイコライズシステム INTER:D (InTER for Drums)を開発したので報告する。現在の実装では、バスドラムとスネアドラムの音量調節ができる。また、ドラムスの音量を完全にキャンセルし、全く別の音色のドラムスに置換する機能も実装している。

### (2) 動作原理

我々が提案したドラムスのパワースペクトルに関するテンプレート適応 / マッチング手法[10]を利用する。まず、音楽音響信号からイコライズ対象となる楽器個体  $X$  のパワー分布を再構成し、 $X$  の発音時刻をすべて検出する。その後、発音時刻周辺のもとのパワースペクトルから  $X$  のパワースペクトルを  $rate$  倍したものを加減することでイコライズ処理を行う (図 4 参照)。

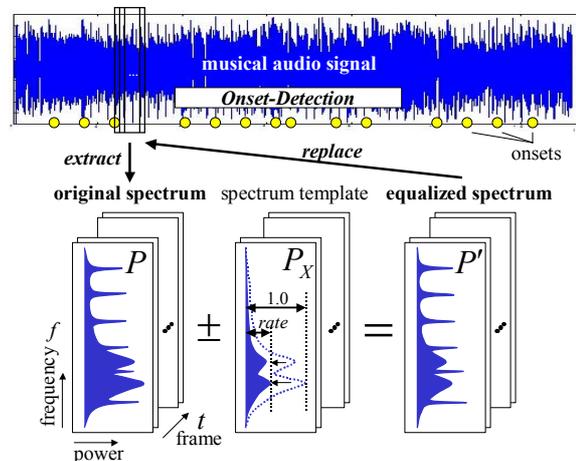


図 4: ドラムイコライズシステムの概要

## 鍵盤温度を用いた音楽情報提示システムの研究開発

宮下芳明

未だ萌芽的ではあるものの、今日音楽演奏における「出力機器」ともよべる研究開発が行われている。長嶋による bio-feedback system [11]は電気パルスをフィードバック信号としてダンサーに送信する。また、振動を用いて皮膚に音楽情報を伝える Vibrotactile Suit [12]なども該当するであろう。これらは、身体運動をセンシングする「入力機器=楽器」とは逆に、視覚以外の感覚で演奏者に音楽情報を伝達する。

今回我々は、音楽演奏のための新たな出力機器として、鍵盤の温度をダイナミックに変化させることにより、演奏者と楽器の接点において温度情報を呈示するシステムを構築した。温度感覚を媒介とする場合、量的に、そして持続的に信号を制御できる点が長所といえる。また、con fuoco (炎のように)といった音楽記号からもうかがえるように、温度感覚は音楽における情動表現と関係が深い。

各鍵盤には、下図のようにペルチェ素子を配置している。これは片側の面から反対側の面へと熱を移動させる素子で、極性を反転させることにより加熱・冷却が切り替えられる。システムは MIDI 情報を受信し、それに応じて鍵盤の温度を変化させることができる。



図5：ペルチェ素子を配置した鍵盤

NIME04 で発表した Thermoscore [13]では、この鍵盤を MIDI シーケンサに接続し、時系列的に同音名の鍵盤温度を変化させた。こうした温度シークエンスは、即興演奏における一種の制約として機能する。例えばある鍵盤を加熱すると、その鍵盤を長時間押し続けることが困難となりデュレーションが短くなるため、結果としてこの音は他の音に向かう経過音になるわけである。現在は、このシステムを応用した即興演奏支援の可能性について検証実験を行っている。

## SMF データ入出力ライブラリー-SMFIO の開発

上田健太郎

SMF (Standard MIDI File) とは、コンピュータやシーケンサーなどの MIDI 情報を扱うソフトウェア間でデータのやり取りを行うために標準化されたファイルフォーマットである。SMF 自体はバイナリ化されたデータであり、そこに含まれるデータを扱うには OS や開発環境に依存したライブラリ関数を用いるか、解析用のプログラムを用意する必要がある。

そこで、これまで SMF をマルチプラットフォームで手軽に扱えるようにするため、ANSI 対応の C 言語用ライブラリ、SMFIO (実際にはソース形式) を提供してきた

(<http://homepage.mac.com/interplay/MR/index.htm>)。これらは前バージョンや、その前身の Macintosh 用のライブラリから数えると総ダウンロード数も 1200 を超えていることから、様々に活用されているものと考えられる。

### (1) SMFIO

SMF 内のデータを手軽に扱うために開発してきたライブラリであり、元々は Macintosh 用のライブラリとして開発していた。SMFIO として公開するにあたり、C 言語の ANSI に対応する事により Macintosh だけでなく、UNIX や Windows でも使用が可能となった。

### (2) 追加機能

Version2 までは SMF から読み出したデータを配列構造で管理していたが、今回新たにリスト構造でデータを管理できるようにした。これによりデータの追加や削除が容易になり、プログラム上でデータをより手軽に改造できるようになった。また、それに伴い、プログラム内部でのデータの変換を行える関数を用意するとともに、より楽譜に近い形でのデータへの変換も可能とした。

### (3) SMFIO の活用

SMFIO を活用する事により SMF を容易に扱う事ができる。今回は SMFIO を用いた簡単なデモプログラム PSMATCH を用意する事により、その有効性を実際に目にしてもらおう。

尚、上記の成果は

<http://homepage.mac.com/interplay/MR/index.htm> にて全て説明を加えて公開する予定である。

# Guitarist Simulator

浜中雅俊

**Guitarist Simulator** は、ある人間の演奏者を模倣した仮想演奏者と、人間の演奏者とがインタラクティブに即興演奏できるジャムセッションシステムである。**Guitarist Simulator** は、機能を追加しながら、これまで何度かバージョンアップしてきた[14-18]。最新版[18]では、演奏者の振舞いの個性（相手の演奏に対してどのような演奏で反応するか）、演奏者固有のフレーズの個性、演奏の発音時刻ゆらぎの個性という3つの個性を模倣した仮想演奏者を実現している。本デモンストレーションでは、システムをノートパソコン上で動作させることを考えて、演奏者の振舞いの個性のみを模倣した最も古い（最も計算負荷の軽い）バージョン[14][15][16]を紹介する。

## (1) 人間と入れ替わり可能な仮想演奏者

**Guitarist Simulator** では、仮想演奏者と人間の演奏者合わせて3人がギターで、12小節1コーラスの典型的なブルース進行の曲を、ソロや伴奏を繰り返しながらジャムセッションする。システムの入出力はMIDIである。仮想演奏者は、自分を含めたすべての演奏者の演奏を聴き、その演奏に対して自分の振舞いを決定するため、相手が人間であるか仮想演奏者であるかは問わない。

## (2) 動作原理

**Guitarist Simulator** は、演奏者の振舞いのモデルを学習するとき（学習モード）とそのモデルを用いて実際にセッションするとき（演奏モード）では、それぞれ異なった動作をする。学習モードは、非リアルタイムで実行され、演奏記録から演奏者の入出力関係（その演奏者がどんな演奏に対してどんな演奏をしてきたか）を統計的に学習する。そして、演奏モードは、リアルタイムで実行され、得られたモデルを用いてフレーズデータベースからフレーズを選択し、それをつなげあわせることで、出力演奏を生成する。

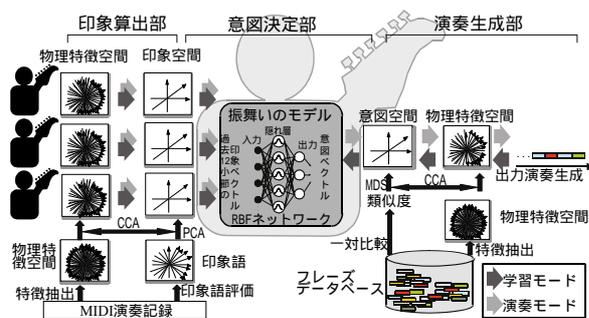


図6: Guitarist Simulator の全体像

# おわりに

北原鉄朗

今回、このデモセッションをある思いを込めて企画した。音楽情報処理という研究分野がより発展していくには、音情研が2つの役割を担う必要がある。1つは「音楽情報処理システムを実際に使いながら議論できる場」である。これまでに多くの音楽情報処理システムが構築されてきたが、それらの多く、特にジャムセッションに関するものや音楽インターフェースなどは、実際に使ってみないとその魅力に気づけなかったり、有益な議論ができないことがある。「はじめに」によると、システムの欠点を見つけられて査読が不利になることを心配する研究者がいるとのことだが、本来はむしろ逆で、実際にシステムを試用することで、魅力が伝わり、有益な議論がなされ、新たなアイデアが生まれていくはずである。そのためには、音情研がシステムをデモする場を提供する必要がある。もう1つの役割は「未完成の研究をみんなで育てていく場」である。現状では未完成であっても、今後の発展が期待できたり、まだアイデアレベルだがあと少しのひらめきで完成できそうな研究というのは、実は多いのではないかと思う。そういったものを音情研の参加者がみんなで議論できれば、一研究室や個人だけでは思いつかないようなアイデアが生まれるかもしれない。音情研は、そういった未熟な研究を暖かく迎え、育てる場であってほしい。我々がデモセッションを企画したのは、そういった思いによるものである。

このように通常の研究発表とはかなり異なる趣旨の企画の下、7件のシステムが応募された。どれも、実際に自分の目で見てみたい、自分の手で触ってみたいと思わせる魅力的なシステムで、デモセッション当日が今から楽しみである。また、今回集まった7件のシステムは、どれも完成度が高く、音情研の通常の発表形式や国際会議などですでに発表しているものも多い。その意味では、今回のデモセッションは、上で述べたような未熟な研究を育てるというよりは、既に一定の評価を得ている研究をさらに発展させるという位置づけに近くなったかもしれない。いずれにせよ、これからもこのような試みを継続させ、すでに高い完成度を持つものから未完成だがポテンシャルは高いものまで、さまざまなものをさまざまな形で議論できる場をつくっていきたい。

最後になるが、このデモセッションに応募していただいた方々、ご支援いただいた方々に心よりお礼を申し上げる次第である。

## 謝辞

中村裕樹氏をはじめ、本研究にご協力頂いたすべての方々に心から感謝します(石田).

本研究の一部は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業(JSPS-RFTF 99P01404)、科学技術振興機構さきがけ研究 21「協調と制御」領域の支援を受け実施されました(谷井).

演奏者として協力して頂いた山背隆文氏、音響機材の準備をして頂いた稲垣文彦氏に感謝いたします(浜中).

## 参考文献

- [1] K. Ishida, T. Kitahara, M. Takeda: ism: Improvisation Supporting System based on Melody Correction, Proceedings of the 2004 Conference on New Interfaces for Musical Expression, pp.177-180, June 2004.
- [2] 石田克久, 北原鉄朗, 武田正之: "N-gram による即興演奏の旋律補正", 情報処理学会論文誌(テクニカルノート), Vol.45, No.3, pp.743-746, March 2004.
- [3] 石田克久, 北原鉄朗, 武田正之: "ism: 即興演奏の不自然な旋律を補正する演奏支援システム", Proc. 11th Workshop on Interactive Systems and Software, pp. 19-24, December 2003.
- [4] 谷井章夫, 片寄晴弘: 音楽知識と技能を補うピアノ演奏システム INSPIRATION, 情報処理学会論文誌 Vol. 43, No. 2, pp. 256-259, March 2002.
- [5] 谷井章夫, 片寄晴弘: 音楽知識と技能を補うピアノ演奏システム INSPIRATION, インタラクティブシステムとソフトウェア IX: 日本ソフトウェア科学会 WISS2001, pp.99-200, 近代科学社, December 2001.
- [6] Akio Yatsui, Haruhiro Katayose: An accommodating piano which augments intention of inexperienced players, Entertainment Computing Technologies and Applications, pp.249-256, Kluwer Academic Publishers, May 2002.
- [7] 塚本昌彦: "PocketMusician: 両手入力による携帯型コード演奏システム", 情報処理学会研究報告(音楽情報科学研究会 2001-MUS-40), Vol. 2001, No. 3, pp. 15 - 20, May 2001.
- [8] 寺田努, 塚本昌彦, 西尾章治郎: "二つの PDA を用いた携帯型エレキベースの設計と実装", 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 2, pp. 266—275, February 2003.
- [9] 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦, 西尾章治郎: "鍵盤を用いた PC 用入力インタフェースの設計と実装", 情報処理学会研究報告(音楽情報科学研究会 2004-MUS-55), Vol. 2004, No. 41, pp. 27-32, May 2004.
- [10] 吉井和佳, 後藤真孝, 奥乃博: "テンプレート適応を利用した実世界の音楽音響信号に対するドラムスの音源同定", 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告 2003-MUS-53-12, Vol. 2003, No. 127, pp. 55-60, December 2003.
- [11] Yoichi Nagashima. Bio-Sensing Systems and Bio-Feedback Systems for Interactive Media Arts. Proceedings of the 2003 Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME-03), pp. 48-53, 2003.
- [12] Eric Gunther, Glorianna Davenport, Sile O'Modhrain. Cutaneous Grooves: Composing for the Sense of Touch. Proceedings of the 2002 Conference on New Instruments for Musical Expression (NIME-02), pp. 01-06, 2002.
- [13] Homei Miyashita, Kazushi Nishimoto. Thermoscore: A New-type Score for Temperature Sensation, Proceedings of the 2004 Conference on New Instruments for Musical Expression (NIME-04), pp. 104-107, 2004.
- [14] 浜中雅俊, 後藤真孝, 麻生英樹, 大津展之: "Guitarist Simulator: 演奏者の振舞いを統計的に学習するジャムセッションシステム", 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 3, pp. 698-709, March 2004.
- [15] Masatoshi Hamanaka, Masataka Goto, Nobuyuki Otsu: Learning-Based Jam Session System for a Guitar Trio, Proceedings of the 2001 International Computer Music conference(ICMC2001), pp. 467-470, September 2001.
- [16] 浜中雅俊, 後藤真孝, 大津展之: "学習するジャムセッションシステム: 演奏者の振る舞いのモデルの獲得", 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告 2000-MUS-34-5, Vol. 2000, No. 19, pp. 27-34, February 2000.
- [17] 浜中雅俊, 後藤真孝, 麻生英樹, 大津展之: "学習するジャムセッションシステム: 演奏者固有のフレーズの獲得", 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告 2002-MUS-47-13, Vol. 2002, No. 100, pp. 71-78, October 2002.
- [18] Masatoshi Hamanaka, Masataka Goto, Hideki Asoh, Nobuyuki Otsu: A Learning-Based Jam Session System that Imitates a Player's Personality Model, Proceedings of the 2003 International Joint Conference on Artificial Intelligence(IJCAI2003), pp. 51-58, August 2003.