

## デモンストレーション：音楽情報処理の研究紹介 VI

中野 倫靖	産業技術総合研究所
福島 直	東京工芸大学芸術学部メディアアート表現学科
小川 圭祐	東京工芸大学芸術学部メディアアート表現学科
早瀬 功紀	筑波大学大学院システム情報工学研究科
梶原 祥平	九州大学大学院芸術工学府
浜中 雅俊	筑波大学大学院システム情報工学研究科
一瀬 護	龍谷大学大学院理工学研究科
数森 康弘	龍谷大学大学院理工学研究科
橋本 祐輔	関西学院大学大学院理工学研究科
石先 広海	KDDI 研究所
神田 竜	関西学院大学理工学研究科
富林 豊	神戸大学大学院工学研究科
平井 重行	京都産業大学コンピュータ理工学部
渡辺 晃生	東京大学大学院工学研究科
安藤 大地	東京大学大学院新領域創成科学研究科
竹川 佳成	神戸大学自然科学系先端融合研究環

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のさらなる発展に向けて、研究事例をデモンストレーション形式で紹介する。

## Demonstrations: Introduction of Research on Music Information Processing VI

Tomoyasu Nakano	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
Nao Fukushima	Department of Media Art, Faculty of Arts, Tokyo Polytechnic University
Keisuke Ogawa	Department of Media Art, Faculty of Arts, Tokyo Polytechnic University
Kouki Hayafuchi	Dept. of Intelligent Interaction Technologies University of Tsukuba
Shohei Kajiwara	Graduate School of Design, Kyushu University
Masatoshi Hamanaka	Department of Intelligent Interaction Technologies, University of Tsukuba
Mamoru Ichise	Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University
Yasuhiro Kazumori	Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University
Yusuke Hashimoto	Graduate School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University
Hiroshi Ishizaki	KDDI R&D Laboratories, Inc.
Ryo Kanda	Graduate School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University
Yutaka Tomibayashi	Graduate School of Engineering, Kobe University
Shigeyuki Hirai	Faculty of Computer Science and Engineering, Kyoto Sangyo University
Akio Watanabe	Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
Daichi Ando	Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo
Yoshinari Takegawa	Organization of Advanced Science and Technology, Kobe University

**Abstract** Toward further progresses of research on music information processing, we introduce case studies of demonstrations.

## はじめに

中野 倫靖 (産総研)

デモセッションは、「音楽情報処理の研究分野では、まだ有名でない若手に活動の場を与える」ことを目的とし、2004年から毎年開催されてきた。これは、音楽情報科学研究会(音情研)の若手企画の一環であり、通常の発表ではなかなか発表しにくいような思いつきで作ったシステムや、以前に発表したがそれ以降デモンストレーションの機会に恵まれていないシステム、開発中のシステムを、デモンストレーション形式で発表できる特別企画である。質疑や議論も親しみやすい雰囲気となっている。また、通常の発表形式と異なり、原稿提出ぎりぎりまでタイトル変更等に柔軟に対応することで、できるだけ気軽に発表できる雰囲気づくりを心がけている。

音情研における本デモセッションは、2008年2月の音声言語情報処理研究会(SLP研)との共催での開催を含めて、過去7回行われてきており、音情研単独の開催ではタイトルを「若手による研究紹介」としていた。ここで、我々が「若手」と言っていたのは、年齢が若いという意味だけではなく、音楽情報科学の「若手」という意味で以下のような方々を想定していたからである。

- 学会発表の経験が少ない学生
- 音情研の研究報告は読んでいるが、6枚の原稿はハードルが高く、発表を躊躇している他分野の方
- 音楽情報科学研究会で過去に発表をしたことはあるが、それっきり学会や研究会との接点がない方

また、企画・運営自体も「若手」が行うという意味のタイトルでもあり、これらの方針に変わりはない。しかし、「若手」という言葉をつけてしまうと、語弊を招く可能性がある。それによって「これまで音楽情報処理以外をメインに研究・活躍されていた先生方」が参加を躊躇することはできれば避けたい。以上から、今回は「音楽情報処理の研究紹介」へとタイトル変更した。

また、タイトル変更にはもう一つ意図がある。それは、他研究会との共同開催を今後増やしていきたいと考えていることにある。つまり、既に開催されてきた「音楽情報処理の研究紹介」、「音声・音楽情報処理の研究紹介」に加えて「〇〇・音楽情報処理の研究紹介」として増やしていきたい。音情研は、音響信号処理、記号処理、心理学、ユーザインタフェース、インタラクション、データベース、アニメーションなどの多様な専門分野で構成されており、それは音情研の大きな魅力の一つである。それによって、自分の専門のみを見ていただけないと思いつけないアイデアや知見を得て、研究分野の発展に繋がるといえる。同様に、「音楽」以外の研究分野に視野を広げることも重要である。例えば、「音声」にも視野を向けると、音声を研究していたからこそ、音楽を研究していたからこそ、音声・音楽の両方を知っていたからこそ、思いつけることもあるだろう。そういう意味で、SLP研とのデモ共催は、音声・音楽両分野の発表者・聴取者にとって有意義であったと感じている。

今回は、過去最多の15件<sup>1</sup>の発表応募があった。紙面の都合上、表紙ページにおける代表発表者以外の氏名は、やむなく省略させていただいた。指導者や共同研究者の皆様には大変恐縮であるが、各半ページの前稿中での連名表示のみとなることをご了承いただきたい。さらに、原稿締め切り後もデモ発表の飛び入り参加を引き続き募集している。「開発途中/一発ネタ系のシステムを発表可能」と言われても、「本当に開発途中のシステムで、半ページとはいえ原稿を書くのはちょっと…」と考える方も多いだろうと思う。飛び入り参加は、そういった方も参加しやすくなる意味で、有意義だと考えている。

また、発表者が原稿を書いて当日デモをするだけでなく、企画・運営といった裏方的な仕事も「若手」メインで行っていることも本企画の大きな特長である。「音情研でこんなことをやってみたい」といった企画立案や「研究会場とコンタクトを取って会場の情報を得る」といった裏方的な作業を分担して行う。裏方的な作業としては、過去6回のデモセッション毎に色々議論されてきていて、これまで以下のような役割があった。

**原稿係** 各発表者の原稿を集積して一つの原稿へまとめ、発表者によるチェック、事務局への郵送を行う。

**会場係** 研究会会場と事前にコンタクトを取り、コンセンの位置や借りられる備品の確認等を行う。また、各デモ発表の配置を決定する。

**1分プレゼン係** 研究会当日は、デモの概要を一人一人程度プレゼンする時間を取っていただいているので、そのプレゼン資料を全員分、事前に集積する。

**宅配係** デモに必要な機材を運ぶ際に、宅配便利用の必要があれば、その手配をまとめて行う。

**撮影係** 研究会に参加できなかった方のため、そして今後のために、デモセッションの様子を撮影する。

今回は、原稿係を梶克彦氏(NTT)、会場係を大石康智氏(名古屋大)に担当していただいている。他の担当も決まり次第、Web上等でその貢献を明記したいと思う。

デモセッションは、以上で述べた数々の特長を持ち、役割分担のノウハウなどもかなり蓄積されてきた。デモセッションは、今後もぜひ継続していきたいが、それに加えて新しい企画を立ち上げてみたい。実験的に色々できるこの機会に、一緒に企画・立案・運営をやってみようという方は、以下の連絡先へぜひご連絡いただきたい。

### Sigmus 若手企画メーリングリスト参加者募集

Sigmus 若手企画メーリングリストは、これまでのデモセッションに参加いただいた方々に登録いただいているもので、デモセッションの事務連絡および、今後の若手企画の相談、連絡等を行っています。年齢等制限ありません。今後の企画に参加したいと思っている方は是非メーリングリストに加わってみませんか。

問い合わせ先：中野倫靖 (t.nakano@aist.go.jp)

<sup>1</sup> これまでの発表件数は、7件(1回目:2004年)、8件(2回目:2005年)、10件(3回目:2006年)、8件(4回目:2006年)、14件(5回目:2007年)、14件(6回目:2008年、SLP研と共催)である。

## MIDI ギター演奏スタイルに同期する映像表現パフォーマンス

福島 直, 久原 泰雄 (東京工芸大)

本システムはギターのライブ演奏スタイルに応じてリアルタイムに同期しながら変化する映像を生成する。6弦の情報を独立して取得し演奏スタイルを分析して映像表現に反映させた。

### (1) システム構成

本システムは PC, Max/MSP+Jitter, MIDI インターフェイス, ギターシンセサイザー, MIDI ギターで構成される (図 1)。ギター演奏の MIDI 信号が PC に送られ, Max/MSP にて処理し Jitter にて映像を描画する。MIDI ギター Godin Electric Synth Access[1] は, 各弦の信号を独立して取得し別々の MIDI チャンネルに出力する。これにより各弦ごとの情報を個別に監視し, ノート番号, ノート列音程変化, 音長, ペロシティ, 同時使用弦, フレットポジション, ピッチベンドなどから演奏スタイルを分析し, 映像の色相, 彩度, 透明度, 動き, エフェクトなどに反映させる。チャンネル番号は弦番号に相当し, 1 弦につき 1 つの映像オブジェクトを制御する。

### (2) 評価と展望

本システムでいう演奏スタイルの例を以下に挙げる。

**初心者のストローク演奏:** 全弦をローポジションで演奏し, 使用ノートは限定され, 強弱変化に乏しい。ピッチベンドはない。この場合, 映像は単調になる。

**上級者の表情豊かな演奏:** 使用ノートはスケールを中心として時折テンションも含まれる。ハマリング, チョーキングなどピッチベンドが多い。ペロシティ変化, 使用ノートの比率, フレットポジション, 同時発音弦などから音楽ジャンルや演奏スタイルが予測できる。これらの情報が反映され映像表現が豊かになる。

今回は MIDI ギターの演奏情報のみに留まったが, 今後は他楽器とのセッションなどを反映させた映像表現を模索していきたい。

#### 参考文献

[1] <http://www.godinguitars.com/godingman.htm>

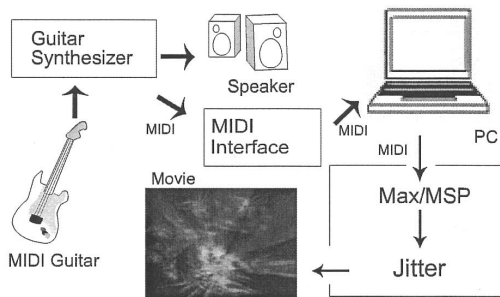


図 1: システム構成

## ライフゲーム・オーケストラのデモンストレーション

小川 圭祐, 久原 泰雄 (東京工芸大)

本システムは複数のライフゲームを同時に稼動し, 音楽合奏を生成する。セルオートマトンを用いた自動作曲ではセルの状態をピッチ, 音長, 音色などに適用した例 [1] が提案されているが, 本システムでは複数セルで構成される二次元のパターンに応じて音が生成される。制作環境として Max/MSP+Jitter を用いた。

### (1) 方法

まず音に対応する 2 次元セルパターンを複数決定する。例えば,  $1*3, 3*1, 2*2, 3*3, 5*5$  のパターンである。概ね単純なパターンは発生しやすく, 複雑なものは発生しにくい。単純なパターンは通常の音階や和声上のピッチに割当て, 複雑なパターンはテンション的なピッチに割当て。生成される音楽はこうしたパターンとピッチの割当てに大きく依存する。マトリクス全体に対してパターン検索し, 合致したら割当てられたピッチのノートを発音する (図 1)。合致したパターンの 2 次元座標はオクターブやペロシティなどの値に利用する。例えば左上端に単純なパターンはルート音を強いペロシティで鳴らし, 右下端にある複雑なパターンはテンションノートを弱いペロシティで発音するといった利用法である。セル上の生命はマウスで入力可能なので, インタラクティブに実演者の意図するパターンを入力し, 楽曲生成に介入することができる。ライフゲームの世代更新のタイミングは予め実演者が定義した時刻になされ, 楽曲のグルーブ感を形成する。複数のマトリクスを同時に稼動させ, マトリクス毎に, パターン割当て, 更新タイミング, 音色を設定し, アンサンブルを構成する。

### (2) 展望

セルパターン割当ての方法, セル座標の使い方などで生成される楽曲が変化するため, 実演者の創造性を刺激する優れた設計を目指す。またビジュアル面や入力インターフェイスの改善も今後の課題である。

謝辞 有益なコメントをいただいた石川敦啓氏に感謝する。

#### 参考文献

[1] Beyls, P: The Musical Universe of Cellular Automata, Proceedings of International Computer Music Conference, pp.34-41, 1989.

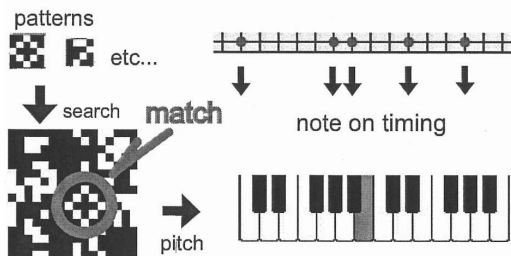


図 1: 発音フロー

# MusicGlove: 身体動作を用いた楽曲の演奏・独りスーパーターマシン 探索インタフェース

梶原 祥平, 中村 滋延 (九州大)

早淵 功紀, 鈴木 健嗣 (筑波大)

装着型のデバイスを用いて、実時間でユーザによる身体動作を利用した音響処理や楽曲探索を行うシステムを提案する。本研究では楽曲の制御に重点を置き、楽曲そのものを探索し、結合させ、また変化させるとともに、音響を出力する装着型デバイスの開発を行っている[1]。これは、身体的動作によるシステムの操作の簡易性と、音響と楽曲の制御による新たな音楽聴取方法を提示する。

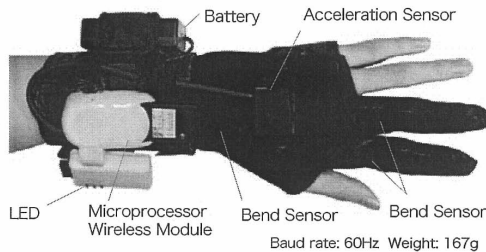


図 1: Device Overview

デバイスの概観を図1に示す。本システムでは、ユーザはグローブ型のデバイスを装着して楽曲制御を行い、出力された音響を聴取する。これは音響の出力形態によって以下の2種類に大別される。(1)PCを用いて制御・出力を行い、スピーカ、ディスプレイ等の外部環境から音響出力を行う、(2)デバイスを音楽プレーヤとして機能させ、デバイス自身が音響出力を行う。ユーザは、加速度センサと変位センサ、および通信機器等が内蔵されたデバイスを手に装着し、規定のジェスチャを行う事で音響・楽曲制御を行う。装着型デバイスを用いることによって、直感的で音楽との親和性の高い操作システムを構築した。

システムは入力されたジェスチャをセンサデータより認識し、各ジェスチャに対応する制御・処理を実行する。その制御は、(1)楽曲の再生・停止などを行う再生操作、(2)楽曲の音響データ自体を制御する演奏操作、(3)複数の楽曲を逐次的に提示する曲探索の3種類に大別される。曲探索では、手を空中で動かすことで、再生する候補曲が順次ユーザに提示され、多くの楽曲データベースから直観的に楽曲選択を行うことが可能である。今後は、将来的には単一デバイスにおいて全ての機能を集約させることを目指す。

## 参考文献

- [1] Kouki Hayafuchi, Kenji Suzuki. MusicGlove: A Wearable Musical Controller for Massive Media Library. In *New Interfaces for Musical Expression (NIME)*, 2008.

## (1) 制作意図

誰でも矢沢永吉のライブのステージにおける気分を体験できるシステムとして制作した。矢沢の魅力の詳細に調査・分析し、メディア・アートとして完成させ、新たな視点からその魅力を理解したいと考えた。

## (2) システム構成

《独りスーパーターマシン》が持つ諸機能は Cycling'74社のMax/MSP, Jitterにてプログラムを行っている。5種類のセンサー、赤外線LED、マイクを取り付けたマイクスタンド及び(以下、スタンド)、曲げセンサーを右肘部分に取り付けた白いジャケットを入力装置として使用する。

## (3) 機能解説

### 音の機能

1. 永ちゃんコール機能  
マイクに向かって手拍子をする時、そのテンポで「永ちゃん!永ちゃん!」という声が再生される。
2. コール&レスポンス機能  
マイクを強く握るとマイクへの音声入力が録音され、スタンドを深く傾けると、その音声入力を変調したレスポンスが再生される。
3. エアギター機能  
エアギター的な動作を行うと、ギターの音が鳴る。音高は左腕とスタンドとの遠近で制御できる。
4. アクセル音機能  
マイクを握るとマイクのアクセル音が再生される。
5. 衝撃音機能  
スタンドを激しく掴むと、雷鳴音が再生される。
6. 歓声機能  
暗くなると、大きな歓声の音が再生される。

### 映像の機能

1. レインボースター機能  
マイクに向かって歌うと、体験者の口元から、七色の星が吐き出されている映像が投影される。
2. タオル投げ機能  
スタンドを激しく掴むと、タオルが舞う映像が投影される。
3. 羽根機能  
スタンドの前に立ち、腕を広げると、その背後に白い羽根が広がる映像が投影される。
4. バイク機能  
マイクを握ると、体験者の両脇にバイクが現れる。
5. ツバ機能  
スタンドをやや傾けて歌うと、体験者の口元から、ツバが吐き出されている映像が体験者に投影される。
6. ビッグスター機能  
スタンドを深く傾けると大きな星の映像が投影され、歌う声が大きくなると赤色から黄色に変化する。

## 敷きモーフ

浜中 雅俊 (筑波大)

敷きモーフは、前回のデモセッションで発表した電気モーフ [1] (図 1) に続くモーフシリーズの第 2 弾である。メロディモーフィング手法自体は、電気モーフと同様 2 つのメロディの特徴を反映させる度合いをスライダーボリュームで調節するものである。敷きモーフでは、以下のような改良を行った。

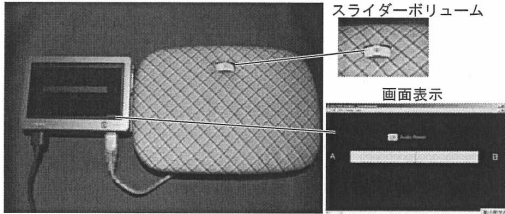


図 1: 電気モーフ

### (1) 曲の選択：荒城の月

電気モーフでは、ファンクメタル系の 2 つのメロディ A, B に対してメロディモーフィングを行い、その中間的なメロディ C の生成を行っていた。しかし、見学者の一部の方から、元のメロディ A と B の違いがわかりにくいとの指摘があった。そこで、今回は、多くの方が聞いたことのあるメロディとして滝 廉太郎 作曲の「荒城の月」を用いることにした。

荒城の月は、ドイツ系、北欧系のメタルギタリストが好んで演奏する曲としても有名である。今回は、ギタリストがアルペジオで弾いた伴奏をメロディ A、ソロをメロディ B としてメロディモーフィングを行うと、A と B の中間あたりで、荒城の月の原曲に近いメロディが生成されることを示す。

### (2) インタフェースの改良

電気モーフでは、2 小節のメロディについて、スライダーが一番左にあるときメロディ A を、一番右にあるときはメロディ B を再生し、スライダーを左右に動かすと、メロディモーフィング手法によって生成された A と B の中間のメロディをループ再生していた。

ループ再生の問題点は、小節の頭を一度誤って理解すると正しい頭を見つけることが難しくなる点、繰り返し同じメロディが再生されるためデモとしての面白みに欠ける点である。

今回のデモでは、各小節ごとにスライダーボリュームを用意することで、曲を楽しみながらモーフィング操作を行えるようにした。具体的には、荒城の月は 8 小節であるが、その 2 番までの分、つまり 16 本のスライダーボリュームを用意した。

### 参考文献

- [1] 浜中雅俊：電気モーフ，情報処理学会研究報告デモセッション原稿，MUS-74-11，p. 61，2008.

## 複数の計算機によるジャムセッションシステムの開発

一瀬 護，田村 崇行，三浦 雅展 (龍谷大)

ジャムセッションには演奏技術の向上や新しい刺激を得るなどの良い面があるが、人数を揃える必要性やスタジオなどの演奏環境を整備する必要性など、ソロ演奏と比べ高い困難性が存在している。もし手軽にジャムセッションができれば、奏者の演奏技術の向上などに役立つと考えられる。そこで本研究では、奏者が自由に参加・離脱可能なセッション演奏を計算機によって実現し、参加している奏者の代わりに計算機によって自動演奏させることが可能なジャムセッションシステムの開発を目的としている。

図 1 に奏者が 3 名の場合のジャムセッションの例を示す。この例では、パート 1 を担当する奏者が MIDI 楽器を演奏することにより、パート 2 となる自動演奏楽器及びパート 3 を担当する奏者に演奏情報を送信する。パート 2 では、受信した演奏情報に基づいてリズムや演奏コンテンツの決定に用いられる。パート 1 とパート 3 の奏者は人間による演奏であるが、パート 2 の奏者は、パート 1 とパート 3 の演奏状況に応じて自動的に演奏される。

この方式に基づき、実装したシステムについて述べる。1 つのパートに 1 台の計算機を割り当て、それぞれの計算機はネットワークで接続されている。計算機にはそれぞれ MIDI 楽器が接続され、演奏情報を MIDI 信号で処理している。システムには、同時に演奏している複数の計算機に演奏情報を送信するための、手動で演奏するためのモードと、自動で演奏するためのモードが選択可能である。また、今後の方向性として、任意の計算機に MIDI ファイルと演奏区間及び演奏トラックを指定することで、その計算機は演奏情報をループ演奏させ、同時に演奏されている他のパートの演奏状況に合わせて、リアルタイムに編曲などを行なうことを目指している。このセッション演奏に自由に参加・離脱することで、演奏情報を流し続けているパートに追従する形で演奏することも可能になる。このシステムにより、少人数であっても、セッション演奏が可能になる。

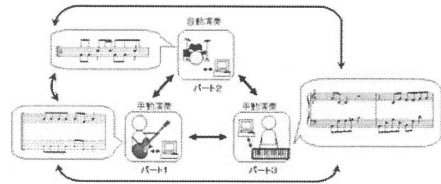


図 1: 提案システムの例

謝辞 本研究を進める上で貴重なご意見をいただき、日頃より多方面でご指導いただきました本学杉田繁治教授に感謝します。本研究の一部は文部科学省のハイテク事業による私学助成を得て行なわれた。

## 協調演奏機能及び演奏評価機能を用いたギターコード演奏支援システム

数森 康弘, 此木 康至, 江村 伯夫, 三浦 雅展 (龍谷大)

ギターを始めて間もない初心者が選択する練習課題の1つとして、コード演奏が挙げられる。しかし、初心者にとって練習教本に書かれた押弦位置のみを参考にして練習し続けるのは、アミューズメント性に欠けるものであるため、この練習過程を継続できずに練習に飽きてしまい、その結果、ギター演奏の楽しさを体感できないまま習得を断念してしまうことが多い。本研究ではこの問題を解決するために、ポピュラー音楽を対象とし、アミューズメント性に重点を置いたコード演奏支援システムを開発している。本システムは、MIDIギターを用いたコード演奏を対象とし、協調演奏機能及び演奏評価機能の2つの機能から構成される。以下でそれらの機能について述べる。

### (1) 協調演奏機能

この機能は奏者のコード演奏に対して、それに呼応した楽曲(旋律パート、伴奏パート、ドラムパート)を自動生成し、リアルタイムに出力を行なう。旋律パートの生成手法は、まず、奏者が演奏したコードの構成音から開始音高及び目標音高を定め、それらの音に対して修飾音(経過音及び刺繍音)を補間することにより音高列を生成する。そして、その音高列を既存の楽曲に多用されるような音価パターンと対応づけることで、コードに呼応した旋律音の生成を行なっている。

### (2) 演奏評価機能

この機能は奏者のコード演奏を3つの評価パラメータを用いて評価し、スコアを表示する。用いている評価パラメータは「演奏時刻のずれ」「各弦におけるヴェロシティのばらつき」「コード音の持続時間長」であり、これらを用いて演奏の評価スコアを算出し、そのスコアを用いて協調演奏を様々な制御している。提案システムの動作画面を図1に示す。

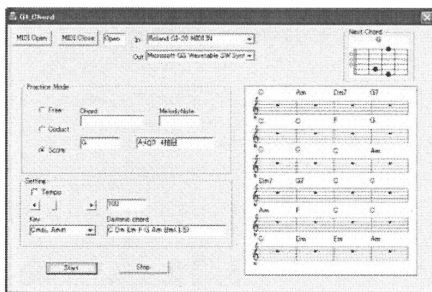


図 1: システム動作画面

謝辞 本研究を進める上で貴重なご意見をいただき、日頃より多方面でご指導いただきました本学杉田繁治教授に感謝します。本研究の一部は文部科学省のハイテク事業による私学助成を得て行なわれた。

## AiiM: 音楽音響信号を対象とした指揮演奏システム

橋本 祐輔, 北原 鉄朗, 片寄 晴弘 (関学大)

演奏の指揮を再現するシステムにおいては、楽曲の演奏形式に MIDI を用いるものと音響信号を用いるものに大別される。音楽音響信号を対象とした既存のシステムでは、拍打に基づく再生速度の制御は行なわれていないが、正確なスケジューリングは実現されていない。本研究では、指揮演奏における拍打位置情報を利用し、拍打予測に基づく指揮演奏システムを制作した。設計したインタフェースを図1に示す。

### (1) 拍打予測

本システムでは、あらかじめ楽曲データに拍の時刻を人手で付与しておく。拍打を検出する毎に次拍の時刻を予測し、それに合うようにテンポを調整する。拍の時刻の予測においては、

1. ユーザの過去4回分のテンポ履歴の平均
2. ユーザの過去2回分のテンポ変化率
3. 楽曲の平均テンポ
4. ユーザが拍打した時点の楽曲テンポ

にそれぞれ重み付けをすることによって、ユーザの演奏意図を重視するのか、元の楽曲の演奏意図を重視するのかについてユーザが決定できる。拍打の抽出には Wii リモコンまたはキーボードが使用可能である。

### (2) フェルマータにおけるノイズ低減

音楽音響のタイムストレッチにあたって、調波音・打楽器音分離手法 [1] を用いてフェルマータ時の打楽器音を抑制することにより、音楽音響のフェルマータの表現におけるノイズ低減を行なっている。

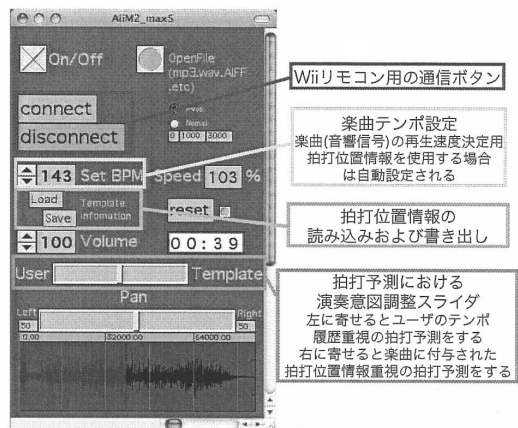


図 1: システムのインタフェース

### 参考文献

- [1] 宮本賢一, 亀岡弘和, 小野順貴, 嵯峨山茂樹, “スペクトログラムの滑らかさの異方性に基づく調波音・打楽器音の分離,” 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 2-5-8, Mar. 2008.

## 自動 DJ ミックスシステムの試作

石先 広海, 帆足 啓一郎, 滝嶋 康弘 (KDDI 研究所)  
本研究では全自動 DJ ミックスシステムの実現を目指し、楽曲ビート検出、音響的特徴に基づく音楽情報検索手法及び楽曲連続再生手法を適用した自動 DJ ミックスシステムを試作した。ここで本システムにおける DJ ミックスとは、再生楽曲群における前後の楽曲同士のテンポ・ビートを調整し、リズムを同期させたまま楽曲の移行を促すことを表している。

### (1) システム概要

本システムの構成図を図 1 に示す。楽曲ビート検出には Dixon が構築した”BeatRoot”[1] を利用し、事前にデータベース内の楽曲に対してビート情報を付与させた。ミックス対象楽曲抽出方法として、Hoashi らの音楽情報検索手法 [2] を用いた。実際にはユーザが好みの楽曲をクエリとし、データベース内にある楽曲群とクエリの音響的類似度に基づいて楽曲を検索する。最終的に検索結果において類似度上位  $N$  曲をミックス対象として用いている。

DJ ミックス処理では文献 [3] にて記述されている方式を用い、テンポ・ビート調整の際に楽曲信号の伸縮操作によりリズム同期を行っている。そのため楽曲ビート検出において、ビートの曖昧性によって正解テンポに対して倍もしくは  $1/2$  のテンポ情報が推定、付与された場合、DJ ミックス時に本来不必要な楽曲操作が生じ、楽曲再生において聴取者に違和感を与える事がある。文献 [3] では、テンポ差が大きい場合においても聴取者に違和感の少ない DJ ミックスを実現している。

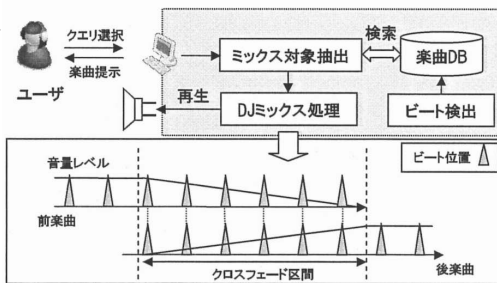


図 1: 自動 DJ ミックス概要及び、システム構成

### 参考文献

- [1] Dixon, S.: BeatRoot: An Interactive Beat Tracking and Visualisation System, <http://www.elec.qmul.ac.uk/people/simond/beatroot/>.
- [2] Hoashi, K. Matsumoto, K. Inoue, N.: Personalization of User Profiles For Content-based Music Retrieval Based on Relevance Feedback, Proc. ACM Multimedia 2003, pp.110-119, 2003.
- [3] 石先, 他: 音質劣化を考慮した音楽自動リミックス手法, 情報処理学会研究報告, 2008-EC-009, pp.43-50, 2008.

## 音を発生するオブジェクトを描くインタラクティブ演奏システム: Rods

神田 竜, 橋本 祐輔, 片寄 晴弘 (関学大)

Scanned Synthesis[1] や SonicWireSclptor[2] 等に代表される、パフォーマーの挙動を音に変換するツールの開発は、NIME[3] においても盛んに取り上げられている。この種のツールの特色として、観客達に音と同時に視覚的な情報を提示できることにある。観客は、パフォーマーの振る舞いに加えて、音と同期した映像の動きも鑑賞することができる。VJ と呼ばれる映像をコントロールするアーティスト達が人気を博し、VJ 用のソフトウェアの開発が行われている事 [4] からも、音と映像との同期を念頭に置いたツールの重要性はますます高まっていくように思われる。以上のような観点から、今回開発したのがこのツールである。ユーザーは wii リモコンからの入力により画面内に音を発生するオブジェクトを描き込むことができる。オブジェクトは単純に手の軌跡をなぞるものから、描かれた後自律的に動き出すものまで数種類あり、生成される音色はその挙動によって変化する。Y 軸にピッチを、X 軸に空間定位を割り当て、音色についてはテルミン風のサイン波から、エレピのような短い音までを用意する事で、多彩な演奏が出来るように実装した。また、視覚的な要素として、手が実際の現実空間にオブジェクトを描いているような面白さを出すために、カメラからリアルタイムに取り込んだ映像とオブジェクトを合成している。オブジェクトが空間を飛び回る様をより見せるため、ユーザーの背後にオブジェクトが回り込むという演出を用意した。

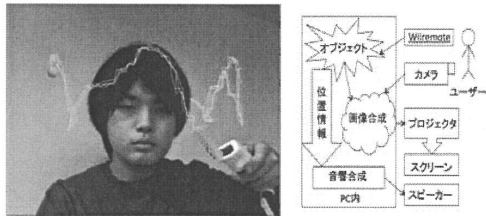


図 1: 演奏デモ及びシステム

### 参考文献

- [1] <http://www.csounds.com/scanned/>
- [2] <http://www.pitaru.com/sonicWireSculptor>
- [3] <http://www.nime.org/>
- [4] <http://www.numark.com/nuvj>

## 装着型センサを用いた ウェアラブル DJ システム

富林 豊, 竹川 佳成, 寺田 努, 塚本 昌彦 (神戸大)

既存の DJ システムは機材から離れられないため行動範囲が限られており, 自由なパフォーマンスを行うのが困難であった。本研究では, ウェアラブルコンピューティング技術を活用した DJ システムを提案する。提案システムは装着型センサとジェスチャ認識技術を活用することで, 場所を問わずに直観的な操作でカッコいい DJ パフォーマンスを行える。

ウェアラブル DJ システムは図 1 に示すように両手の甲に加速度センサを装着し手の動きをセンシングしてジェスチャ認識を行う。そして, あらかじめ登録された動作定義に従い BGM やエフェクトを制御する。提案するウェアラブル DJ システムは以下のような特徴をもつ。

1. 自由に移動できる。  
我々の研究グループが開発した小型軽量な無線加速度センサチップを使用することで, プースやフロア, ステージ上など場所を問わず, 自由に DJ パフォーマンスを行える。
2. 視覚的にパフォーマンスを理解できる。  
「手を上げ下げすることで音量の大小を制御する」といったように視聴者が視覚的に操作内容を理解できる動きと音楽制御のテンプレートセットを用意した。これにより, 修得した操作技術を観客に理解してもらえると同時に観客に興味をもってもらえる。
3. カスタマイズ性が高い。  
ユーザは任意の動きのパターンをシステムに登録でき, 登録した動きと音楽制御を自由に関連付けできる。これにより, ユーザはオリジナルなスタイルの DJ パフォーマンスを披露できる。
4. DJ パフォーマンスに必要な機能をもつ。  
ウェアラブル DJ システムは既存の DJ パフォーマンスで必要な音楽制御に関する以下の機能をもつ。
  - 再生・停止
  - フェードイン/アウト・クロスフェード再生
  - エフェクト (7 種類)
  - スクラッチ効果・キューポイント
  - 音量・パン・ピッチの調整

今回のデモセッションでは, ウェアラブル DJ システムを実際に体験していただくことで, 動きにより音楽を制御することの可能性について議論したいと思います。

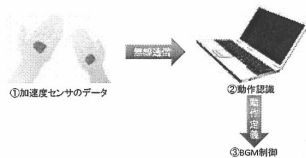


図 1: ウェアラブル DJ システムの構成

## Max/MSP 等の音声入力による操作支援インタフェース

平井 重行 (京産大)

音楽プログラミング環境として有名な Max/MSP や PureData は, ビジュアルプログラミング環境でありマウス中心の操作であるものの, キー入力も多分に必要とされる。操作に慣れるとマウス・キーボード間の手の移動が操作効率を下げる要因となることから, 本研究ではキーボードと音声を用いた操作支援インタフェースの開発を行っている。これまで, オブジェクト機能割当てのための文字列音声入力する機能を基本に, 音声認識誤りを許容するための競合候補リスト提示機能, プログラミング上の特殊操作を実行する音声コマンド機能などを実装しており, 今回はそれらのデモンストレーションを行う。

### (1) 基本的な音声認識機能

音声認識エンジンは Julius を利用し, 認識すべきオブジェクト名や数字, 音声コマンドなどを記述した専用辞書ファイルを作成することで, Max/MSP 向けの専用認識エンジンとして動作させる。

### (2) 競合候補提示選択機能

似たようなオブジェクト名や発音の仕方によって音声認識誤りが起こるため, 音声認識結果の複数候補をマウスカーソル位置にリスト提示し, ユーザが選択できる機能である。

### (3) 音声コマンド機能

音声入力機能のオンオフ切替や, 競合候補リストのキャンセルなど, 本操作支援インタフェースの動作自体に関する機能のほか, Max/MSP で利用できるショートカットキーの実行, オブジェクトボックス生成などの操作について, 音声コマンドとして認識, 実行する機能である。なお, これらはオブジェクトとしては存在しないものなので, オブジェクト名入力の妨げにはならない。

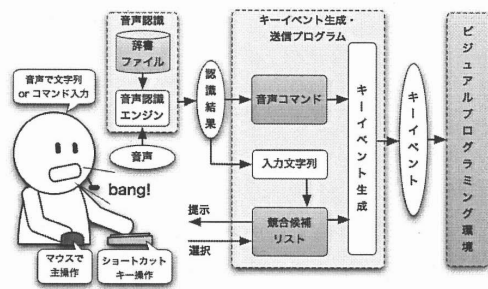


図 1: 操作支援インタフェースの構成

### 参考文献

- [1] 田中秀明, 平井重行: 音声入力を用いたビジュアルプログラミング環境の操作効率向上, インタラクション 2007 論文集 CD-ROM (2007)
- [2] 平井重行, 田中秀明: 音声入力によるビジュアルプログラミング環境操作支援インタフェース, 情報処理学会研究報告 2008-MUS-75, pp.19-24, (2008)



## 対話型進化論的計算を用いた歌声合成パラメータの探索

渡辺 晃生, 安藤 大地, 丹治 信, 稲田 雅彦,  
伊庭 斉志 (東大)

YAMAHA 社から発売された VOCALOID[1]を用いた CGM 作品は、発売当初では人間の歌唱のコピーが流行していた。しかし現在は VOCALOID の特性を活かした人間には表現できない歌唱を生成するために用いられることが多くなっている。歌唱コピーでは、中野らの VocaListener[2]などの人間の歌唱を転写する技術が登場しユーザの助けとなることが期待されているが、人間には表現できない歌唱や音響の生成の手助けになるツールは現在存在していない。そのためユーザは人間のコピーではないオリジナル歌唱を生成するには手作業で全てのパラメータを変化させることを試す必要があり、ユーザにとって非常に大きな負担となっていた。

そこで、市販されているシンセサイザの音色の探索にも用いられている対話型進化論的計算を用いることで、VOCALOID のシンセサイザパラメータの組み合わせの探索を行えないかと考え、プロトタイプシステムを作成した。

構築したシステムの特徴を以下に示す。

1. GP(遺伝的プログラミング)をもとにした時系列パラメータの生成。
2. ネットワークを通じて複数の VOCALOID エンジンを駆動することによる処理待ち時間の低減。
3. ユーザインタフェースの工夫。

特徴 1 については、GP のプログラムで時系列パラメータを表現することにより、合成ターゲットとなる曲の長さ依存しない遺伝子型を実現した。これによりどのような長さの曲でも理論上は合成可能である。

特徴 2 については、VOCALOID エンジンの合成に要する処理コストが大きいことが問題であった。対話型進化論的計算では多くの個体を同時にユーザに提示しなければならぬため、発現に要する時間が非常に大きくユーザにストレスを与えてしまう。そこで複数の VOCALOID エンジンを同時にバックグラウンドで動作させることによる発現の処理時間の低減を達成した。

特徴 3 については、時系列を扱う対話型進化論的計算の問題である個体の認識などについて、個体提示方法の改善によりこれを解決した。

### 参考文献

- [1] 剣持 秀紀, 大下 隼人: 歌声合成システム VOCALOID - 現状と課題, 第 74 回情報処理学会音楽情報科学研究会, pp.51-56, 2008.
- [2] 中野倫靖, 後藤真孝: VocaListener: ユーザ歌唱を真似る歌声合成パラメータを自動推定するシステムの提案, 第 75 回情報処理学会音楽情報科学研究会, pp.49-56, 2008.

## 音楽用対話型進化論的計算のインタフェース

安藤 大地, 稲田 雅彦, 丹治 信, 伊庭 斉志 (東大)

既存の IEC のインタフェースはシステムが提示する作品に点数をつけていくだけのものであった。そのため音楽創作の初心者が退屈さを感じてしまい音楽創作のモチベーションを高めることが出来ていなかった。高度な音楽知識や経験を持たない初心者ユーザには音楽創作作業そのものを楽しめることが出来るインタフェースが必要であると考えた。

そこで、著者らは音楽創作作業そのものを楽しみさせるような IEC インタフェースの開発を行った。

### (1) 個体の円周配置型インタフェース

個体の円周配置型インタフェースは、個体を円周上にならべ中心からの距離により評価とするものである。ふわふわと動き回る個体の見た目の楽しさがユーザのモチベーションを高めることを期待した。さらに染色体が類似した個体を現在聴取している個体の側に引き寄せる機能を持っている。この聴き比べを行うことができる機能により評価時のユーザの心理的な負担が減少した。

### (2) 女性の買い物フロー型インタフェース

図 1 に女性の買い物フロー型インタフェースを示す。女性買い物フロー型インタフェースは、服飾品などの買い物かごにおける品物の移動をモチーフにした評価プロセスを取り込んだインタフェースである。個体アイコンを「購入対象外エリア」、「ちょっと気に入ったので購入を検討してみるエリア」、「気に入ったけど所持金の関係であとで購入エリア」、「すぐに購入エリア」などに移動させることで評価を行う。さらに Similarity-Based Reasoning の考え方を取り込み、染色体が類似した個体を引き寄せ同時にエリア移動をさせることが可能である。これにより発想支援の効果を失うことなく評価の労力を減らすことを可能とした。

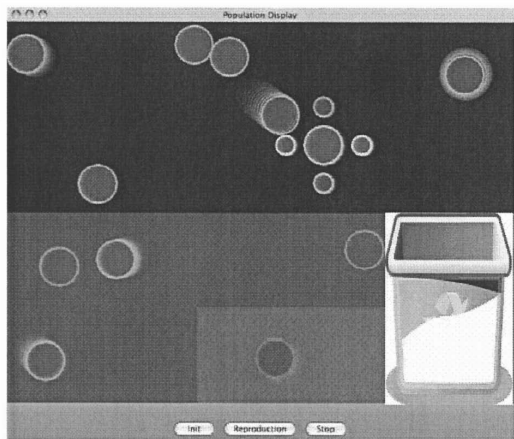


図 1: 女性の買い物フロー型インタフェースの概観

## さまざまな演奏スタイルに適応可能な電子鍵盤楽器 UnitKeyboard おわりに

竹川 佳成 (神戸大)

竹川 佳成, 寺田 努 (神戸大), 西尾 章治郎 (阪大) 鍵盤楽器の歴史は古く, ピアノ, オルガン, アコーディオン, 鍵盤ハーモニカなど目的や状況に応じて鍵盤数, 段数など鍵盤構造が異なるさまざまな鍵盤楽器が提案されてきた。しかし, 従来の電子鍵盤楽器は, 鍵盤数固定の単一楽器であったため, 手軽さの問題や求められる鍵盤構造に柔軟に適応することが難しかった。そこで, 本研究では1オクターブを基本単位とする鍵盤を組み合わせることでさまざまな鍵盤構造に適応できるユニット鍵盤 (UnitKeyboard) を構築する。

### 設計

ユニット鍵盤は, 1オクターブの鍵盤を組み合わせることでさまざまな鍵盤構造を構築できる鍵盤楽器である。例えば, 図1-(a)に示すように, ユニット鍵盤2個を横並びに接続することで, 2オクターブの音域をもつ鍵盤楽器となる。また, 図1-(b)に示すように, 2オクターブのユニット鍵盤を1オクターブ分ずらして縦並びに接続すると, エレクトーンのような2段の鍵盤をもつ構造となる。縦方向で重なっている2つのユニット鍵盤は上下で結ばれているため同じ音域となる。また, 図1-(c)に示すように抵抗, センサやアクチュエータなど入出力機器を搭載した「拡張ユニット」を挟むことで, 仮想的に1オクターブ音域を高くしたり, 直観的なユニット鍵盤の操作を実現することもできる。

今回のデモセッションでは, ユニット鍵盤を実際に体験していただくことで, ユニット鍵盤の演奏性や楽器をユニット化することの可能性について議論したいと考えている。

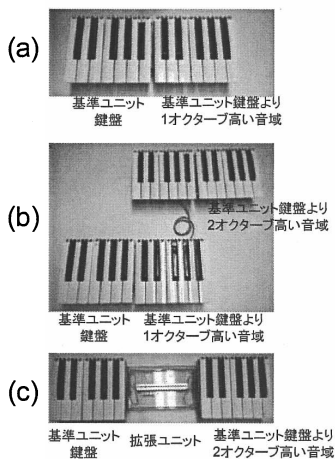


図 1: ユニット鍵盤の構成例

今回で7回目を迎えた本企画は, 15件の正式エントリーがあり過去最高の発表件数となった。このような発表件数の増加や内容の充実は, 本企画が立ち上がったときから一貫している「発表済みのシステムを展示できる」「未完成/一発ネタのシステムを展示できる」という敷居の低い出展ポリシーをはじめ, 企画者・展示者・参加者の積極的な広報活動, 原稿提出ぎりぎりまで発表希望やタイトル変更を受け付ける柔軟な対応や飛び入り参加の歓迎といった企画者サイドの細やかな気遣いなどが実を結んだ結果だといえる。

個人的な話で恐縮だが, 私は今回を含めて4回目の出展である。そこで, 本章を執筆するにあたり, これまでの体験を交え出展者の立場から本企画の雰囲気についてお伝えできればと思う。

思い返せば私が初めてデモ発表を行ったのも, 京都大学の京大会館にて開催された第1回目の本企画であった。発表前は, デモのノウハウは全くなく雰囲気もわからず, おまけに「楽器で音楽的に文字を入力しちゃうぜ!」という挑戦的な内容で, コンセプトそのものを否定されたり, 理解してもらえないのではないかと戦々恐々としていた。しかし, 実際には, 多くの人に喜んでもらえ, 研究の方向性やターゲットとする国際会議など貴重なアドバイスをいただいたことを覚えている。また, 他の出展者は「既発表だが開発したシステムをもっと広く知ってもらいたい」「おもしろい音楽システムができたので見てもらいたい」「開発途中のシステムだが専門家の意見を聞きたい」などさまざまなモチベーションで出展にのぞんでおり, 私と同様「音楽情報科学を専門とするプロの意見が聞ける」「さまざまな観点から有用な知見が得られる」「実践をふまえた良い発表練習の機会になる」などさまざまな肯定的なコメントを耳にしている。

このように, 見学者の多くは音楽に関して柔軟な考えと情熱をもっており「研究をもっと良くするためにはどうしたら良いか」という前向きな視点で見えおられ, 今後参加を検討されている方はぜひお薦めする。また, 個人的な思いであるが, 「研究成果を音楽に応用してみたが意見を聞きたい」「特にアイデアはないが, こんな素材/技術を音楽に応用したい」など音楽利用や音楽応用に興味のある他分野の研究者も本企画を活用していただければと考えている。上述した理由から, 有用な知見が得られるはずであろう。逆に, 研究成果を他の分野に応用したいと考えている音楽情報科学の研究者も多く, 共同研究のきっかけになることもあり得ると考えられる。

最後になるが, このデモセッションにご支援いただいた方々に心より御礼を申し上げる次第である。