

「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」

平成 16 年度採択研究代表者

片寄 晴弘

(関西学院大学理工学部 教授)

「時系列メディアのデザイン転写技術の開発」

1. 研究実施の概要

本研究では、音楽に代表される時系列メディアのコンテンツ制作支援技術に取り組む。その際、時系列メディアの予測性のモデル化、既存デザインの再利用というポイントに焦点を当てる。具体的な各研究グループでのテーマ設定は以下の通りである。

- 片寄グループ：認知的音楽理論に基づくデザイン転写と全体総括
- 後藤グループ：音楽デザイン転写・音響信号理解に基づく音インタフェース
- 河原グループ：聴覚情報表現に基づく音楽デザイン転写
- 嵯峨山グループ：数理的アプローチに基づく音楽デザイン転写
- 奥乃グループ：AI アプローチに基づく音楽デザイン転写

本年度は、プロジェクトの開始年度にあたり、1) プロジェクトの狙い、具体的な成果目標の明確化と周知、2) 参画組織全体の保有技術の整理・評価と有効活用のための検討に取り組む。

2. 研究実施内容

グループ毎の研究進捗状況を以下に示す。

片寄グループ：認知的音楽理論に基づくデザイン転写と全体総括

音楽には、複数のデザイン記述レベルにおいて、1) 未来の elaboration は、観測された当該 elaboration の振る舞いと因果性を持つ、2) elaboration は、reduction の階層的な組み合わせに基づいて付与されるという性質がある。これらの性質に基づく音楽情報処理システムを構成することを目的として、認知的な視点を取り入れた音楽理論の計算モデルを構成する。本年度は、認知的音楽理論のジェネラルサーベイを実施し、主として、シンボル（楽譜）レベルにおいて構成されてきた理論をサブシンボリックレベルでの表現によって再構成するための基礎的検討を実施した。あわせて、MusicXML に準拠した elaboration と reduction の記述方式の設計に着手した。また、プロジェクト関係者全員に対して、プロジェクトの狙い、前半での具体的な成果目標を周知するとともに、第一回目

のシンポジウム（平成 18 年度 10 月実施予定）の実施計画概要を策定した．具体的な個別研究テーマとしては，1）Mixdown デザイン転写インタフェースのデザインと評価，2）歌唱のモーフィングインタフェースの開発と初期的知覚実験（和歌山大河原グループとの共同研究），3）ドラム演奏におけるグルーブ感構成要因の検討とグルーブ付与インタフェースの実装，の研究を実施した．

後藤グループ：音楽デザイン転写・音響信号理解に基づく音インタフェース

音楽デザイン転写と音響信号の分析・理解に関する研究を進めると同時に、それらの研究成果に基づいて具体的な音インタフェースの事例を提案し、ユーザが実際に操作可能なインタフェースシステムを研究開発することに取り組んでいる。本年度は、初年度ということもあり、来年度以降の本格的な研究実施体制の準備と新たなテーマの基礎的検討をおこなった。また、従来の受動的な鑑賞とは違う「能動的鑑賞」を音楽家でないアマチュア（一般のエンドユーザ）が容易に体験できる新たな音楽再生インタフェース「Drumix」を奥乃グループと共同開発した。Drumix では、音楽音響信号中のドラム音（バスドラムとスネアドラム）の発音時刻と音色を自動推定し、その推定結果を用いてドラムの音色を変更したり、ドラムパターンを自由に置き換えたりすることができる。従来は音楽 CD のような複数の楽器音が含まれている音響信号中のドラム音を推定することが困難であったため、このようなインタフェースは提案されていなかった。インタラクショ 2006（情報処理学会シンポジウム）のインタラクティブ発表部門に採択されて発表し、ベストインタラクティブ発表賞を受賞した。

河原グループ：聴覚情報表現に基づく音楽デザイン転写

人間の聴覚における音声・音響信号の情報表現の本質的理解に基づいて構築された高品質音声分析変換合成システム STRAIGHT を主な研究手段として、歌唱を中心とする音楽のデザイン転写を行うシステムを研究開発することが本グループの課題である。

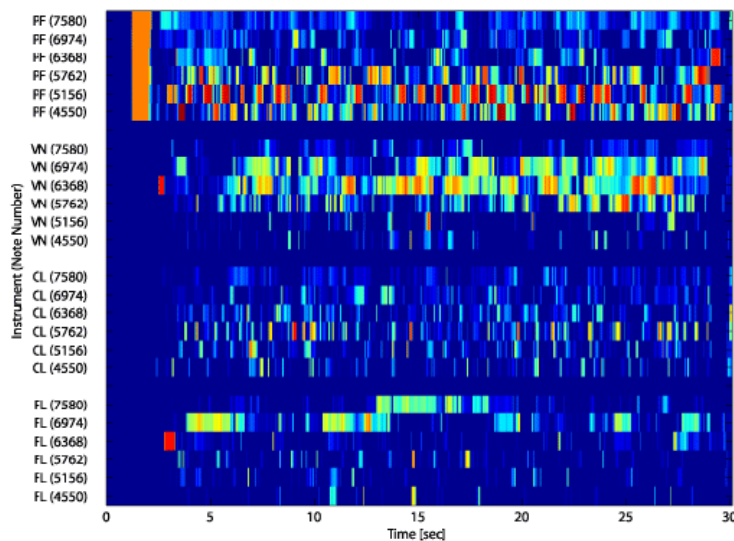
本年度は STRAIGHT によるモーフィングを用いて、歌手の声の個人性と演奏表現に伴う声質の変換の研究を進めた。具体的には、STRAIGHT の物理パラメタを記述する時間周波数座標，スペクトル情報，周期性情報，基本周波数の 4 種類の属性を，個別にモーフィングする技術を開発し応用した。ここでは，スペクトル情報により主に個人性が，基本周波数情報により，主に演奏表現（歌い回し）が担われていることを，主観評価実験により確認した。既存の RWC 研究用音楽データベース中の歌唱音声データの分析と変換実験を開始した。ここでは，歌唱データの STRAIGHT 分析結果の多変量解析により，音高と演奏の強弱に伴うスペクトルの変形が，大局的なスペクトル傾斜と，系統的なフォルマント移動に分解されることを見いだした。この分析の過程のため，声質の表現に必要な音源情報の解析と制御のためのアルゴリズム開発を進めた。

嵯峨山グループ：数理的アプローチに基づく音楽デザイン転写

音楽演奏の自動計量を研究して、確率統計と学習理論に基づく数理的アプローチにより多重音からなる音楽音響信号から個々の構成音の音高と音長を推定し、さらに音楽的に意図された音価を認識する手法に基づいて、実際の音楽演奏録音から自動採譜および楽譜からのずれデータを自動作成するためのさまざまな要素技術（多重音からなる音楽信号のMIDI変換、誤りを含むMIDIデータと楽譜のマッチングなど）を開発した。また、音楽生成におけるデザイン転写を目的として、確率統計と学習理論に基づく数理的アプローチにより、音楽の和声付けや伴奏自動生成において、学習データに内在する音楽デザインを転写する研究を行なった。

奥乃グループ：AIアプローチに基づく音楽デザイン転写

音楽音響信号は複数の楽器音や音声から構成される混合音であるので、その中に含まれる楽器音や歌声を分離認識し、記号レベル表現を生成する必要がある。本年度の研究では、まず、楽器音、リズム、などの基本音楽要素を認識し、MusicXMLに基づいた記号表現の生成を目標に研究を進めた。楽器音に関しては、従来のような単音形成を必要としない楽器表現法 Introgram（下図参照）を考案し、その有効性の検証を進めている。また、リズムに関しては、市販CDレベルの複雑な音響信号中のドラム音認識技術を開発し、それに基づく新しい音楽再生インタフェース Drumix を設計し、実装した。Drumixでは、ドラムスの音量や音色、ドラムパターンなどをリアルタイムにコントロールすることができる。さらに、歌声区間推定技術とそれに基づく歌手・話者認識技術や標題音楽アノテーションにも取り組んだ。



図： Introgram の例：フルート、バイオリン、ピアノによる3重奏に対する、上から、ピアノ、バイオリン、クラリネット、フルートの Introgram

3. 研究実施体制

「片寄」グループ（研究機関別）

- ① 研究分担グループ長：片寄 晴弘（関西学院大学、教授）
- ② 研究項目：認知的音楽理論に基づくデザイン転写と全体総括

「後藤」グループ（研究機関別）

- ① 研究分担グループ長：後藤 真孝（産業技術総合研究所、主任研究員）
- ② 研究項目：音楽デザイン転写・音響信号理解に基づく音インタフェース

「河原」グループ（研究機関別）

- ① 研究分担グループ長：河原 英紀（和歌山大学、教授）
- ② 研究項目：聴覚情報表現に基づく音楽デザイン転写

「嵯峨山」グループ（研究機関別）

- ① 研究分担グループ長：嵯峨山 茂樹（東京大学、教授）
- ② 研究項目：数理的アプローチに基づく音楽デザイン転写

「奥乃」グループ（研究機関別）

- ① 研究分担グループ長：奥乃 博（京都大学、教授）
- ② 研究項目：AI アプローチに基づく音楽デザイン転写

4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

（1）論文（原著論文）発表

- 平田 圭二, 片寄 晴弘, 笠尾 敦司, 宮田 一乗, 原田 利宣: コンテンツのデザイン支援技術による社会貢献を目指して-近未来チャレンジセッションでの議論より, 人工知能学会論文誌, Vol. 21, No. 2, pp. 215-218 (2006. 2)
- Tetsuro Kitahara, Masataka Goto, Hiroshi G. Okuno: Pitch-dependent identification of musical instrument sounds, *Applied Intelligence*, Vol. 23, No. 3, pp. 267-275 (Dec. 2005) Springer-Verlag
- Kazuyoshi Yoshii, Masataka Goto, Hiroshi G. Okuno: Drum Sound Recognition for Polyphonic Audio Signals by Adaptation and Matching of Spectral Templates after Suppressing Harmonic Structure, *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, accepted for publication, (Dec. 2005)

（2）特許出願

平成 17 年度特許出願件数：2 件（CREST 研究期間累積件数：2 件）