「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」
平成 17 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

前年度(2005 年度下期)で，プロジェクト参画者および参画予定者へのプロジェクトの狙いと具体的な成果目標の周知，保有技術の整理とプロジェクトを運営するための準備が完了した．本年度からポスドクを 2 名雇用し，全体計画書に示した音楽デザイン転写モデルの理論的考証，数種のアプローチによるモデルの詳細設計，reduction と elaboration の記述に関する具体的な研究，システム開発に着手した．また，本プロジェクトで提唱するデザイン支援，能動的鑑賞，新エンタテインメントがどのようなものかを広く一般に周知することを目標として，10 月にシンポジウムを開催し，そこでの展示物を主体とした成果ビデオを制作した．

2. 研究実施内容

各グループの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

研究の目的および内容

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，という音楽の性質に基づいた音楽情報法処理モデルの構成とプロジェクト全体の総括的な研究を担当する．

研究実施項目・概要

1） 認知的音楽理論のサーベイを実施し，シンボル（楽譜）レベルのものとして展開されてきた音楽理論をサブシンボリック表現上で構成するための検討を進めてきた．引き続き，時系列信号として（ばらばらに）入力されるにおける音符列の協和性，和音性，緊張−緩和に関する計算モデルの構築を行う．

2） プロジェクト全体で取り扱う音楽データフォーマットとして，MusicXML に準拠した elaboration と reduction の記述方式の設計に関する検討会を実施し，その概要をほぼ策定した．本グループから要請したダンパーペダル情報に関する詳細記述が MusicXML2.0 において採用された．

3） fNIRS を用いて，音楽認知・知覚に関する脳・心理計測研究を実施した．和太鼓の演奏と聴取，

ミニマルミュージック聴取における脳活動計測実験において，能動的音楽鑑賞における知見の一つとなりうる現象が捉えられた（情報処理学会全国大会学生奨励賞）．
4) 本プロジェクトで提唱するデザイン支援，能動的鑑賞，新エンタテインメントがどのようなものかを広く一般に周知することを目標として，10 月にシンポジウムを開催し，そこでの展示物を主体とした成果ビデオを制作した．

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

研究の目的および内容

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実施すると共に、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．

研究実施項目・概要

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実施すると共に．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した．本年度は．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音楽インタフェースを実現する研究アプローチを提唱し．これを「能動的音楽鑑賞インタフェース」（Active Music Listening Interface）と名付けた．例えば．アーティスト発見インタフェース「MusicRainbow」では．未知の音楽コレクションに含まれる多数のアーティストの中から．アーティストを表す言葉（属性）を見ながらアーティスト間を渡り歩くことで．好みのアーティストを発見することを可能にした．MusicRainbow では．楽曲間の類似度に基づいてアーティスト間の距離を計算することで．似たアーティストを近くに配置でき．Web 検索エンジンを用いて各アーティストに属性を自動ラベリングすることで．そのアーティストを象徴する言葉を表示できた．ダイヤル型のデバイスを回したり押したりするだけで．楽曲断片を聴きながら能動的なアーティスト探索をすることを可能にした．他にも奥乃グループと共同で．音楽音響信号中の歌声と歌詞との時間的対応付け手法等も実現した．

河原グループ：聴覚情報表現に基づく音楽デザイン転写

研究の目的および内容

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．

研究実施項目・概要

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．既存の RWC 研究用音楽データベース中の歌唱音声データとともに，新たに前倒し拡張したファイルサーバを活用して歌唱表現データの蓄積を行い，歌唱変換アルゴリズム開発を本格化した．また，制御のための STRAIGHT インタフェースの開発を開始した．これらに

基づき、10 月のシンポジウムにおいて，片寄グループと協力して歌唱モーフィングのデモ展示を行った．これらの成果をまとめたインタラクション 2007 の一般講演への投稿論文は、採択されただけではなく、研究の面白さと論文の完成度の高さが評価され、特に優秀な論文として情報処理学会誌への推薦論文に選ばれている．

嵯峨山グループ：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

研究の目的および内容

確率統計と学習理論に基づく数理的アプローチにより，音楽音響信号中の構成音の音高と音長を推定する技術を研究する．また，音楽の和声付けや伴奏自動生成において，事例中に内在する音楽デザインを転写する研究を実施する．

研究実施項目・概要

本年度は，我々が開発した確率統計と学習理論に基づく数理的アプローチによる多重音ピッチ解析手法である調波・時間構造化クラスタリング(Harmonic-Temporal-structured Clustering)を応用して，実際の楽曲録音オーディオ信号から MIDI データ形式のシンボリックな表現へ変換する実験を継続して行なった．この研究には，日本音響学会から独創研究奨励賞（板倉記念賞）が贈られた．この処理は大量の計算と主記憶容量を必要とするので，並行して計算設備の充実を図るとともに，処理を高速化する手法を検討し，高速ウエーブレット変換アルゴリズムなどの成果を得た．また、同様に我々が開発した Specmurt 分析法を同じ目的に応用して，高速な処理と他声部楽曲の視覚化(画像化)を研究した．周波数・時間の二次元に対する Specmurt 分析手法を開拓した．音楽演奏表情データベースの構成に向け，音響信号を解析して，音楽演奏の強度・タイミングなどの表情要素を抽出するアルゴリズムを，片寄グループに提供した．

また，ミスタッチやテンポ変動を含む音楽演奏の実時間 MIDI 信号を，楽譜と対応付け，それに同期した伴奏を自動演奏する手法を研究した．

奥乃グループ：AI アプローチに基づく音楽デザイン転写

研究の目的および内容

音楽音響信号に含まれる楽器音や歌声を分離認識し，楽器音，リズム，和声，メロディなどの基本音楽要素を認識した上で，MusicXML に準拠した記号表現を生成する．この変換過程においては，音楽的な高次構造に基づく予測を行うことにより，全データを参照することなく，逐次的な処理が可能なオンラインアルゴリズムを設計する．このアルゴリズムは本研究課題である elaboration の実時間認識の基礎技術として展開していく．

研究実施項目・概要

音楽音響信号の分析・理解のための基盤技術として，平成 17 年度に開発した技術の高度化に取り組むと共に、10 月シンポジウムに向け、それらの成果を可視化するためにデモシステムの開発にも取り組んだ．本期間中に開発した技術，システム開発事例を以下に示す．

・楽器音認識のための混合音での特徴量の重み付け分布の自動抽出技術

・楽器存在情報表現 Instrogram の自動抽出技術
・歌声区間推定技術とそれに基づく歌手認識技術
・ドラム区間推定技術，ドラム音認識技術およびドラム音の変換への適用
・Inter:D ドラム音操作インタフェー ス（後藤 G との共同開発）

3. 研究実施体制

(1)「片寄」グループ

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

(2)「後藤」グループ

① 研究分担グループ長：後藤 真孝 （(独)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

(3)「河原」グループ

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

(4)「嵯峨山」グループ

① 研究分担グループ長：嵯峨山 茂樹 （東京大学大学院 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

(5)「奥乃」グループ

① 研究分担グループ長：奥乃 博 （京都大学大学院 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. 研究成果の発表等

(1) 論文発表（原著論文）

○ Hirokazu Kameoka, Takuya Nishimoto, Shigeki Sagayama, “A Multipitch Analyzer Based on Harmonic Temporal Structured Clustering,” *IEEE Trans. on Audio, Speech and Language*

Processing, Vol. 15, No. 3, pp.982-994, Mar, 2007.

○ Kazuyoshi Yoshii, Masataka Goto, Kazunori Komatani, Tetsuya Ogata, Hiroshi G. Okuno: Drumix: An Audio Player with Functions of Realtime Drum-Part Rearrangement for Active Music Listening, *Journal of Information Proceeding Society of Japan*, Vol.48, No.3 (Mar. 2007), pp.1229-1239, 情報処理学会.

○ Tetsuro Kitahara, Masataka Goto, Kazunori Komatani, Tetsuya Ogata, Hiroshi G. Okuno: Instrogram: Probabilistic Representation of Instrument Existence for Polyphonic Music, *Journal of Information Proceeding Society of Japan*, Vol.48, No.1, pp.214-226, (Jan. 2007), 情報処理学会.

○ Norman D. Cook, Takashi X. Fujisawa, & Hiroo Konaka,“Why Not Study Polytonal Psychophysics?”, Empirical Musicology Review, Volume 2 Number 1, pp. 38-44, Jan. 2007.

○ 武田晴登, 西本卓也, 嵯峨山茂樹:テンポ曲線と隠れマルコフモデルを用いた多声音楽 MIDI 演奏のリズムとテンポの同時推定, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 1, pp.237-247, Jan. 2007, 情報処理学会.

○ 橋田光代, 長田典子, 河原英紀, 片寄晴弘:複数旋律音楽に対する演奏表情付けモデルの構築, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No.1, pp.248-257, 2007, (Jan. 2007) 情報処理学会.

○ Kazuyoshi Yoshii, Masataka Goto, Hiroshi G. Okuno: Drum Sound Recognition for Polyphonic Audio Signals by Adaptation and Matching of Spectral Templates with Harmonic Harmonic Structure Suppression, *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, Vol.15, No.1, pp.333-345, Jan. 2007.

○ Tetsuro Kitahara, Masataka Goto, Kazunori Komatani, Tetsuya Ogata, Hiroshi G. Okuno: Instrument Identification in Polyphonic Music: Feature Weighting to Minimize Influence of Sound Overlaps, *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, Special issue on Music Information Retrieval Based on Signal Processing, Vol.2007, Article ID 51979, 15 pages, 2007,

○ 北原 鉄朗, 後藤 真孝, 駒谷 和範, 尾形 哲也, 奥乃 博: 多重奏を対象とした音源同定:混合音テンプレートを用いた音の重なりに 頑健な特徴量への重みづけおよび音楽的文脈の利用, *電子情報通信学会論文誌*, Vol.J89-D, No.12 (Dec. 2006), pp.2721-2733, 電子情報通信学会.

○ 藤原 弘将, 北原 鉄朗, 後藤 真孝, 駒谷 和範, 尾形 哲也, 奥乃 博: 伴奏音抑制と高信頼度フレーム選択に基づく楽曲の歌手名同定手法, *情報処理学会論文誌*, Vol.47, No.6 pp.1831-1843, (June 2006), 情報処理学会.

○ Norman D. Cook & Takashi X. Fujisawa,“The Psychophysics of Harmony Perception: Harmony is a Three-Tone Phenomenon.”, Empirical Musicology Review, Volime 1 Number 2, pp.106-126, April 2006.

(2) 特許出願

平成 18年度特許出願:3件(CREST 研究期間累積件数:8件)