

研究報告書

「計算論的メディア操作の形式化」

研究タイプ: 通常型

研究期間: 平成 22 年 10 月～平成 26 年 3 月

研究者: 浜中 雅俊

1. 研究のねらい

我々の周りには、音楽、CG、物語など様々なコンテンツが存在する。それらは、各分野の専門知識を持つデザイナーによって注意深くデザインされており、一般ユーザがデザインの一部に変更を加えたいと意図しても、その変更を実現する適切な操作を行うことは困難であった。

これまで我々は、音楽情報処理の研究分野において計算論的音楽理論の研究を行ってきた。計算論的音楽理論の研究とは、音楽理論に基づく楽曲の形式的表現法や代数的な楽曲操作系の研究のことで、これまで、楽曲の操作を束演算の組み合わせで表現し、音楽知識のない一般ユーザでもメロディという高次の音楽構造を適切に操作できる音楽システムの構築を行ってきた。具体的には、①楽曲構造束の構成、②束演算の組み合わせによるメロディ操作、の2つを実現した。

本研究では、コンテンツの構造解析により意味木を抽出し、メディアデザインの操作を意味木の束演算の組み合わせで表現することによって、専門家の操作の事例を蓄積し、それを再利用することを可能とするシステムを構築する。このような束演算による操作事例の蓄積および再利用は、一般のユーザによるコンテンツ制作を容易にし、制作の楽しみを味わうアミューズメント性をもつだけでなく、プロのデザイナーにとっても生産性をあげる技術の一つとして期待が持たれる。

2. 研究成果

(1) 概要

本研究では、まず、我々の考えるメディアの操作体系すなわち意味木を代数的に操作することに妥当性があるかどうかの妥当性を検討した。具体的には、音楽構造木からなるモデルの領域上で類似した楽曲が、人間にも類似した楽曲に感じられることを被験者実験により確認した。音楽構造木は、音楽理論 GTTM に基づき分析することで獲得できる。次に、音楽構造木の再利用を可能とするため、音楽構造解析データを作成し公開した。同時に、解析データを作成するための分析ツールを構築し公開した。音楽理論 GTTM に関する分析ツールの公開や、分析データベースの公開は世界で初の例である。さらに、音楽理論 GTTM に基づく音楽構造解析は、これまで単旋律(フォモフォニ)に限定されていたが、それを複旋律(ポリフォニ)に拡張する試みを行った。音楽以外のメディアへの適用の試みとして、ディスカッションと映画という2つのメディアに対して構造分析を試みた。

(2) 詳細

研究テーマ A 「意味木を代数的に操作することの妥当性の検討」

本研究では、メディアデザインの操作を意味木の束演算の組み合わせで表現することを目指す。我々はこれまで、音楽理論 GTTM に基づく楽曲構造分析を計算機上に実装し、楽曲全体を木構造で表現することを可能にした。木構造中の各音には重要度が付与されており、重要度を閾値として簡略な骨組を抽出したり、より原曲に近い細かいレベルの音まで含む構造を取り出したりするメロディの簡約が可能である。図 1 は、木構造を用いたメロディの簡約の例である。図のメロディ A の上にある木構造は、A を分析した結果得られたもので根元に近い枝にある音符ほど重要であることを示している。このとき、木構造のレベル B より下にある枝の音符を省略するとメロディ B のようになる。さらに、レベル C より下にある枝の音符を省略するとメロディ C のようになる。このとき、メロディ A, B, C の間には、上位、下位の半順序関係(包摂関係)が存在する。こうしてメロディ間に半順序関係を定義し導入することで、メロディを要素とする束(楽曲構造束)を構成できる。

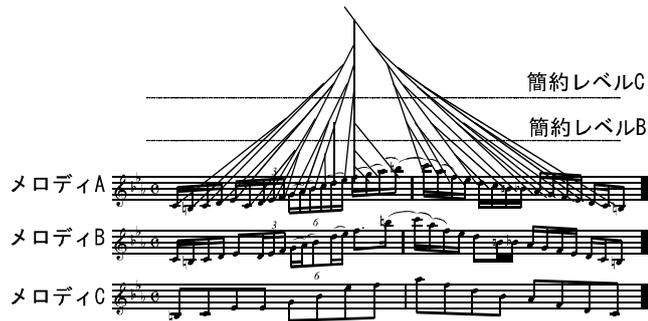


図 1: メロディの簡約

そして、楽曲構造束に対して演算や推論を行うことで、音楽の変形や変換、操作が行われることになる。このとき、意味木を代数的に操作することが妥当であるためには、構造が類似している楽曲が主観的にも類似していることが必要である。そこで、被験者実験を行い妥当性の検討を行った。

モーツァルトきらきら星変奏曲のテーマと変奏曲のうち 12 曲、合計 13 曲について一対比較法を用いて主観的な楽曲類似度を求めた。10 人の被験者の結果はほぼ一致し、その平均と、意味木の演算により求めた類似度を比較したところ、両者が良く一致していることが確認できた。

研究テーマ B 「音楽構造解析データの作成と公開」

音楽理論 GTTM に基づく音楽構造分析のためのツールを作成し公開した。分析ツールは、自動楽曲分析器と自動分析の結果を修正する手動エディタからなる。また、音楽家が作成した 300 曲の分析データについて、音楽理論 GTTM の専門家がクロスチェックしたデータを公開した。音楽理論 GTTM に関する分析ツールの公開や、分析データベースの公開は世界で初の例である。今後、構築した分析ツールを用いて、多くの分析データが蓄積されていき、ビックデータ解析等の手法を援用することで分析精度が向上していくことが期待される。

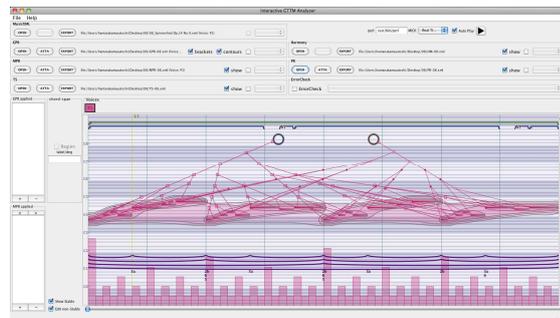


図 2: 音楽構造分析ツール

研究テーマC「音楽構造理論拡張の試み」

音楽理論 GTTM はフォモフォニ(和音を含む単旋律の楽曲)を対象としているため、本来ポリフォニの曲を分析することはできない。ポリフォニの曲の作曲・編曲作業の事例を束演算として抽出することを可能とするため、手作業によりポリフォニの分析を試みた。具体的には、まずアイマークカメラを用いて音楽家がポリフォニをフォモフォニへ編曲する過程を記録した。つぎに、編曲されたフォモフォニを音楽理論 GTTM に基づき分析し楽曲構造木を獲得した。最後に、音楽家の編曲過程を逆にたどることで、ポリフォニの楽曲構造木を手作業で獲得することに成功した。さらに、ポリフォニの楽曲構造木を半自動で獲得できる分析器を構築した。

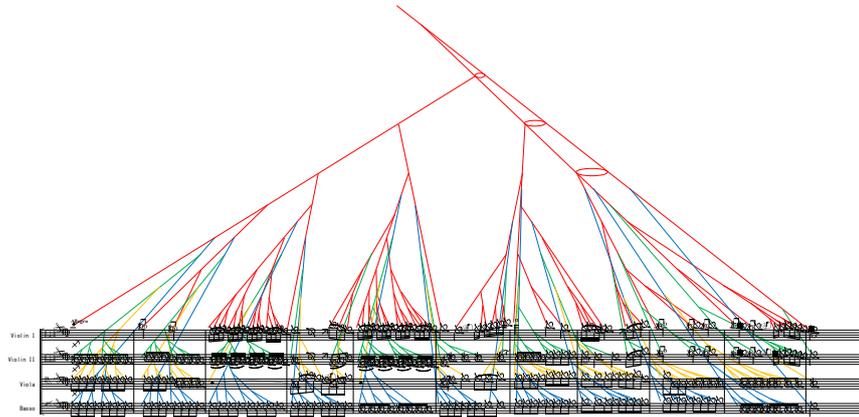


図3：ポリフォニの楽曲構木

研究テーマD「ディスカッションの構造分析」

音楽以外のメディアとして、名古屋大学 長尾確研究室で進めている、構造化された議事録の構造分析を試みた。人間が手作業により構造分析するためのツール(ディスカッションマイニングエディタ)を構築し、分析データの蓄積を進めている。また、分析を自動化するためのルール群の検討を進めている。

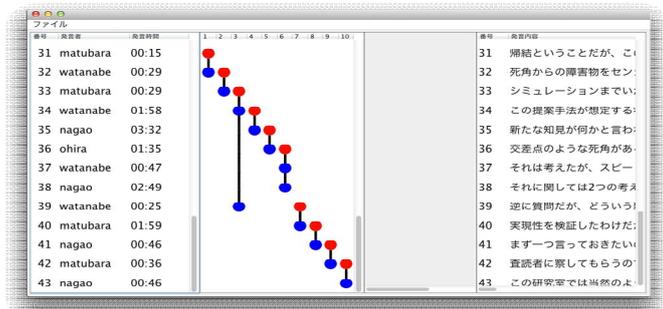


図4：ディスカッションマイニングエディタ

研究テーマE「映画の要約システム」

映画を手動で構造化するためのエディタを構築し、映画を短時間で視ることを可能とする要約システムを試作した。ストーリーの重要な部分をしっかり追いながら、視聴時間を短縮することが可能である。

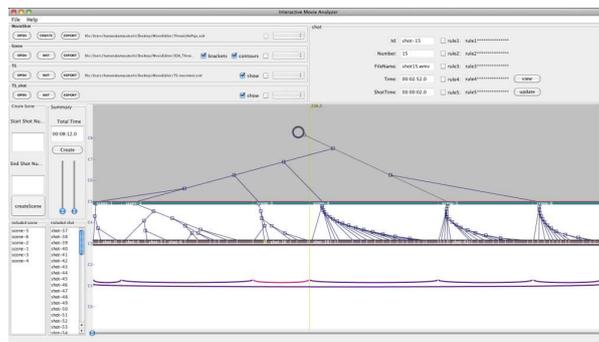


図5：映画構造化エディタ

3. 今後の展開

展開 A 「音楽分析器の全自動化・高精度化」

本プロジェクトで構築した音楽分析器には複数の調節可能なパラメータがあり、正しい分析結果を得るためにはそれらを手動で適切に調節する必要がある。一方、本プロジェクトで300曲の楽曲分析データベースを構築したことで、統計的な手法に基づきパラメータ調節を不要とする音楽分析器の構築も可能となってきた。現在のところ、手動調節を必要とする分析器の結果と比べて精度はやや低いため、さらなる改良を行っていく。今後、パラメータ調整が不要で精度の高い分析器を実現し、楽曲の自動分析を可能とすることを目指す。

展開 B 「作曲・編曲の操作履歴の蓄積と利用」

楽曲の自動分析器が可能となれば、ある編曲操作の前の楽曲と操作の後の楽曲の構造を自動分析することで、操作履歴を木構造の演算として蓄積していくことが可能となる。蓄積した操作履歴を、作曲・編曲作業に再利用することで、作曲家・編曲家の作業負荷の軽減や音楽初心者の音楽制作に役立てることを目指す。

展開 C 「映画・ディスカッションの分析データの蓄積・構造解析の自動化」

本プロジェクトで構築したディスカッションマイニングエディタや映画構造化エディタを用いて手動で分析データを蓄積していく。また、分析の自動化を目指す。

4. 評価

(1) 自己評価

本研究では、音楽、ディスカッション、映画という3つのメディアを扱った。音楽においては、自動分析器や手動エディタの構築は予定通り進めることができた。一方で、楽曲構造木の利用については、メロディの要約やメロディモーフィングなど研究開始当初に想定していた範囲にとどまった。これは、楽曲構造分析を行うことのできる音楽家が日本国内に非常に少なく、楽曲構造データの蓄積に予想以上に時間がかかったことによる。今後、分析データの蓄積を続けることで、作曲・編曲などへの構造木の再利用を実現していきたい。

ディスカッションについては、研究に大きな時間を割き、手動分析エディタを構築したものの、自動分析についてはいまだ検討段階である。ディスカッションを行うごとに、手作業により分析するのは非常に負担が大きく非現実的なため、構造木を利用するアプリケーションの構築には至らなかった。

一方、映画については手動分析エディタを構築し、要約システムを試作した。映画の場合には、一度手動で構造解析を行えば、多くの人が要約などに利用できることから、意味木を用いた操作に適したメディアであったと考えている。

(2) 研究総括評価(本研究課題について、研究期間中に実施された、年2回の領域会議での評価フィードバックを踏まえつつ、以下の通り、事後評価を行った)。

音楽を題材に、メディアデザインの操作を束演算の組み合わせで表現して専門家の操作事例の蓄積・再利用を可能にするシステムを構築するという研究である。

音楽については、音楽理論 GTTM のポリフォニーへの拡張を果たし、構造木からなるモデルの領域上で類似した楽曲が、人間にも類似した楽曲に感じられることを確認し、音楽構造解析データと解析データを作成するための分析ツールを公開するに至っている。また、音楽以外への適用拡大として、映画とディスカッションにメディアデザインの操作を適用し、映画については意味木を用いた操作に適したメディアであることを確認できたが、ディスカッションについては期間内に成果は得られていない。全体として、課題は達成していると考える。

5. 主な研究成果リスト

(1) 論文(原著論文)発表

1. Satoshi Tojo, Keiji Hirata, Masatoshi Hamanaka: Computational Reconstruction of Cognitive Music Theory, <i>New Generation Computing</i> , 31, pp.89-113, 2013.
2. Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata, Satoshi Tojo: Time-Span Tree Analyzer for Polyphonic Music, 10th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR2013), October 2013.
3. Keiji Hirata, Satoshi Tojo, Masatoshi Hamanaka: Cognitive Similarity Grounded by Tree Distance from the Analysis of K.265/300e, 10th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR2013), October 2013.
4. Masatoshi Hamanaka, Keiji Hirata, Satoshi Tojo: Toward Developing a Polyphonic Music Time-Span Tree Analyzer, <i>Mathematics and Computation in Music 2013(MCM2013)</i> , June 2013.
5. 浜中雅俊, 李昇姫: "コンサートスコープヘッドフォン", <i>日本バーチャルリアリティ学会論文誌</i> , Vol.18, No.3, pp.227-236, 2013.

(2) 特許出願

研究期間累積件数:0 件

(2) その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

なし