

研究概要報告書

(1 / 1)

研究題目	Music Pipe 任意のメロディと楽器編成からアンサンブル用重奏譜面を生成する編曲手法の研究と編曲支援システムの開発	報告書作成者	酒向 慎司
研究従事者	酒向慎司		
研究目的	<p>音楽は人間の生活に様々な形で潤いを与え、楽器演奏はその中でも能動的に音楽を愉しむ行為の一つである。楽器演奏にも様々な形態があり、その一つのアンサンブルは複数の楽器が協調して演じる音楽であり、様々な楽器構成で楽しめる自由度の高さが特徴の演奏形態である。その反面で、演奏したい曲や楽器構成のための重奏譜面が存在しない場合も多い。重奏譜面を作成するためには、高度な作曲の知識や技法が必要となるため、一般の演奏者にとって編曲というのは容易なことでは無い。このような背景から、一般の演奏者自身が、所望の曲や楽器編成で自由に編曲ができる編曲支援システムが求められている。我々は、任意のメロディと楽器構成からアンサンブル用の重奏譜面を生成する自動編曲の研究に取り組み、演奏形態や技量に応じた重奏譜面を生成する編曲支援システム「MusicPipe」の実現を目的としている。</p> <p>本来の編曲という行為は高度で芸術的なものであり、また正解が定まる類の問題では無い。我々のアイデアは、音楽理論的に逸脱がなく、演奏者や演奏楽器にとっても不自然さが無いように、基本となるメロディを適切な区間で各楽器に割り当てる問題として定式化するところにある。これによって得られる重奏譜は、音楽的な知識や経験則によって与えられるルール（コスト関数）に基づいた生成物である。つまり一般的な編曲の常識は満たすが、熟練者によってなされる芸術的な完成度に及ばないことは容易に想像できる。しかし、このような芸術性が主眼ではなく、高度で芸術的な編曲プロセスの一部を自動化し、実際に演奏を楽しむ立場である演奏者の意図を反映させられる編曲支援システムの実現にある。これは、サークルや学校の部活動などで楽器演奏を趣味とするような、編曲の知識が無いアマチュア演奏家にとって有用であると考えている。その時の楽器編成や演奏の主題、演奏者の技量に応じて、重奏譜面の作成を支援する編曲支援システムの実現により、アンサンブル演奏がより能動的な音楽体験となるような、新しい演奏の楽しみ方を切り開くことを期待している。</p> <p>本研究では、和声進行に基づいてフレーズの境界を適切に認識するための改善に取り組む。従来手法ではパートの切り替わりの認識において、主に小節の境界の影響を強く受けていたため、小節の途中から始まるフレーズには対応できておらず、音楽的に不自然なフレーズで楽器のパートが切り替わる問題があった。そこで、声学の知見に基づきフレーズの境界を適切に判断できるような編曲手法の改善に取り組む。また、編曲支援のための初歩的なシステム構築に取り組み、編曲システムを体験し演奏体験が可能なデモンストレーション環境を構築する。</p>		

研究内容

これまでに提案してきた編曲手法において、音楽的に不自然なフレーズに切り替わる問題があった。具体的には、フレーズの長さ、音楽的な自然さ、楽器の特性を局所的なコスト関数として設計し、最適なパート分配を決定していたが、フレーズの長さを制御するコスト関数は小節境界に強く依存させるように実現されているため、小節の途中から始まるフレーズには対応できない問題があった。一般的な編曲はフレーズを意識して行われるため、フレーズの認識が重要であることがわかる。メロディは、作曲過程において和声進行と同時に生成されたため、和声進行に基づいてフレーズ境界を推定する。明確なフレーズである条件は、和声学で定義されている終止形が必要とされている。この和声学の知見に基づきフレーズの境界を示すパラメータとしてコスト関数を設計した。また、このコスト関数を正常に機能させるため、フレーズの長さを制御するコスト関数を設計した。また、この2つのコスト関数によりフレーズの境界を反映させるパート分配を行う。

実験では、先行研究で不適切にパート分配が行われた楽曲を用い、提案手法によってフレーズ境界が適切に分割できるかを確認した。先行研究と提案手法の実験結果を比較した結果、提案手法では分割されたフレーズ数がより少なくなる傾向があり、不自然に短いフレーズが生成される問題を改善できたと言える。また、アウフタクトのようなフレーズの開始位置が小節内に存在する場合は、これらをすべて正しくフレーズ境界と認識することができた。これにより、和声進行を反映して設計したコスト関数が有効に機能していることが示された。

また、これまでの研究では、単旋律のメロディと所望の楽器編成の入力に対して、メロディ上のどのタイミングでどの演奏楽器に切り替わるかという全ての候補の中から、演奏の自然さや楽器の適合などを経路の重みとしてコスト化し、最適経路を探索することでメロディ分配を行う手法を提案してきた。これに既存の伴奏生成や副旋律生成手法などで生成した他のパートに対しても同様の分配を行うことで、単旋律のメロディと楽器構成から重奏譜面をリアルタイムで生成するデモシステム「MusicPipe version1.0」を実装した。本システムでは、ノートPC(MacBook)1台で動作し、電子楽器(MIDI 機器)の接続と演奏再生音を出力するオーディオインタフェース、システムの動作や楽譜等を表示するための大型ディスプレイ、生成した楽譜をその場で印刷するためのモバイルプリンタなどが接続されている。ユーザーは演奏したい曲と構成楽器(8種類)を自由に選択することで、その場でその楽器編成に合ったアンサンブル楽譜を生成する。その演奏を再生することや、自分のパートを接続された電子楽器で演奏し、他のパートだけを同時に再生するマイナスインサンの機能を備える。その他、生成した楽譜を印刷する機能などが実装されている。また、このシステムをWebブラウザを介して実行できる簡易的なWebアプリケーションとしても実装し、リアルタイムの演奏などの機能はないが、同等の編曲支援環境がWebブラウザを用いて手軽に利用できるようになっている。

研究概要報告書

(1/1)

<p>研究のポイント</p>	<p>任意のメロディと楽器編成から重奏譜面を作成する編曲という行為は、本来は高度な芸術的活動であり、また正解が定まる類の問題では無い。本研究のポイントは、音楽理論的に逸脱がなく、演奏者や演奏楽器にとっても不自然さがないように、基本となるメロディを適切な区間で各楽器に割り当てる問題として定式化したものであり、いわば編曲における常套的な結果を得るものである。本システムから得られる重奏譜は、音楽的な常識や経験則に基づく規則によって決定される生成物であり、一般的な編曲の常識は満たすが、熟練者によってなされる芸術的な完成度に及ばないことは容易に想像できる。しかし、このような芸術性が主眼ではなく、高度で芸術的な編曲プロセスを自動化し、実際に演奏を楽しむ立場である演奏者の意図を反映させられる編曲支援システムの実現にある。これは、サークルや学校の部活動などで楽器演奏を趣味とするような、編曲の知識が無いアマチュア演奏家にとって、楽器編成や演奏の主題、演奏者の技量など、その時々状況に応じて、瞬時に重奏譜面を作成する編曲支援システムを実現することにより、アンサンブル演奏がより能動的な音楽体験となるような、新しい演奏の楽しみ方を切り開くことを期待している。</p>
<p>研究結果</p>	<p>本研究によって、任意の単一メロディと楽器構成から、アンサンブル譜面を生成するための手法として、パート分配を経路探索問題として考えた。楽器の特徴や音楽上の知見に基づき、解候補を局所的に用いるようにオクターブ・楽器・フレーズ境界・フレーズ長にコスト関数を設計し、与えられた入力から考えられる様々な分配候補から、効率的に最適解を求めた。さらに既存の伴奏・副旋律生成を組み合わせることで、アンサンブル譜面の自動生成システムを実装した。</p> <p>一方、編曲アルゴリズムの改善として、メロディと和声構造の関係に着目し、新たなコスト関数を設計することで、先行研究で最適なパート分配ができなかったメロディに対して適切な分配を行う手法を提案した。その実験の結果、設計したコスト関数が適切なフレーズの認識に機能していることが示された。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>現状の編曲アルゴリズムでは、まだ十分な音楽的な常識や経験則が反映されていない。これは、生成された楽譜をアマチュア演奏者に演奏してもらって評価実験の結果からも、様々な点で不自然さが指摘されており、コスト関数の設計が十分でないことが伺える。現状のコスト関数では、一般的に考えられるような楽器の特性や常識的な知見しか考慮されておらず、また隣接するノート間のみという局所的なコスト計算を行っていることや、パート構成による相互的な関係を考慮することが欠如している。一つの対策としては、このような知見から詳細な音楽知識や編曲技巧をコスト関数に反映させることも考えられる。一方で、これらのコスト関数を既存楽譜から統計モデルとして学習するアプローチも有望である。</p> <p>その他、編曲支援システムとしての側面では、ユーザの意図を探索コストに容易に反映させることが重要な課題である。また、アンサンブル演奏を指向した編曲システムであるため、複数メロディの入力、弦楽器・打楽器の対応などが実用的な観点から必要だと考えられる。</p>

音楽は人間の生活に様々な形で潤いを与え、楽器演奏はその中でも能動的に音楽を愉しむ行為の一つである。楽器演奏にも様々な形態があり、その一つのアンサンブルは複数の楽器が協調して演じる音楽であり、様々な楽器構成で楽しめる自由度の高さが特徴の演奏形態である。その反面で、演奏したい曲や楽器構成のための重奏譜面が存在しない場合も多い。重奏譜面を作成するためには、高度な作曲の知識や技法が必要となるため、一般の演奏者にとって編曲というのは容易なことでは無い。このような背景から、一般の演奏者自身が、所望の曲や楽器編成で自由に編曲ができる編曲支援システムが求められている。我々は、任意のメロディと楽器構成からアンサンブル用の重奏譜面を生成する自動編曲の研究に取り組み、演奏形態や技量に応じた重奏譜面を生成する編曲支援システム「MusicPipe」の実現を目的としている。そのシステムの概要を図1に示す。

本研究では、編曲支援システム「MusicPipe」の実現に向けた研究課題として、従来手法で問題であった適切なフレーズに分割できないことによる不自然さの改善手法に取り組みとともに、編曲支援システムMusicPipeの初歩的なデモシステムを構築することを目的とする。

和声構造を用いたフレーズ境界決定の改善

これまでの研究では、楽器が遷移しやすいフレーズの境界を、音楽的な自然性・楽器の特性・旋律の特徴に基づいて経験的にコストを設計していたが、メロディの音楽的な構造を十分に反映していない問題があった。つまり、音楽的にまとまりのある長さのフレーズを判断できず、頻繁にパートが入れ替わる問題や、アウフタクトのように小節の中にフレーズの境界が存在する場合などに十分に対処できていなかった。一般的な編曲では、フレーズを意識して行われるため、フレーズの認識が重要な課題であることがわかる。そこで、作曲過程においてメロディは和声進行と同時に生成されていると考えられるため、和声進行に基づいてフレーズ境界を判断できるように、従来法を改善することを考える。

明確なフレーズである条件は、和声学で定義されている終止形が必要とされている。この和声学の知見に基づいて、フレーズの境界を示すパラメータとしてフレーズ候補間の重みであるコスト関数を設計した。また、このコスト関数を正常に機能させるためフレーズの継続長を数えてフレーズの長さを制御するコスト関数を設計した。この2つのコスト関数を、従来のパート分配問題におけるコスト関数に統合し、フレーズの境界を的確に反映させることを試みた(図3)。

実験では、先行研究で不適切なパート分配が行われた楽曲を使用した。先行研究と提案手法の実験結果として、実際に「Londonderry Air」という楽曲を用いて、Oboe, Flute, AltoSaxの3種類の楽器編成によってパート分割された例を図3に示す。提案手法では、先行研究より認識したフレーズ数が少なくなっており、短すぎるフレーズが生成される問題が改善できたと言える。また、アウフタクトのフレーズの開始位置をすべて認識でき、設計したコスト関数が機能していることが示された。

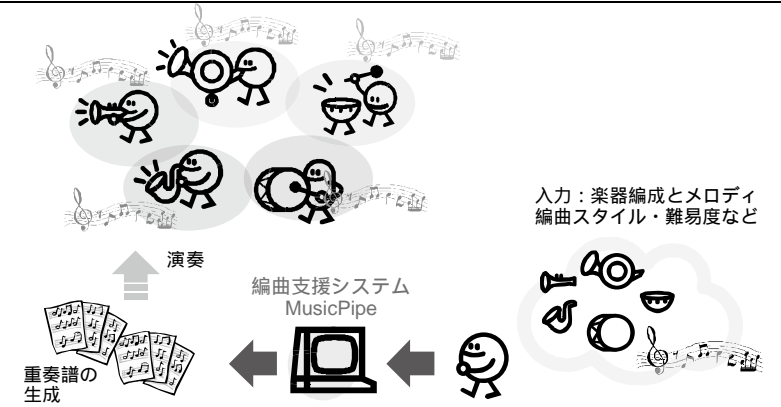


図1. 編曲支援システム「MusicPipe」の概要

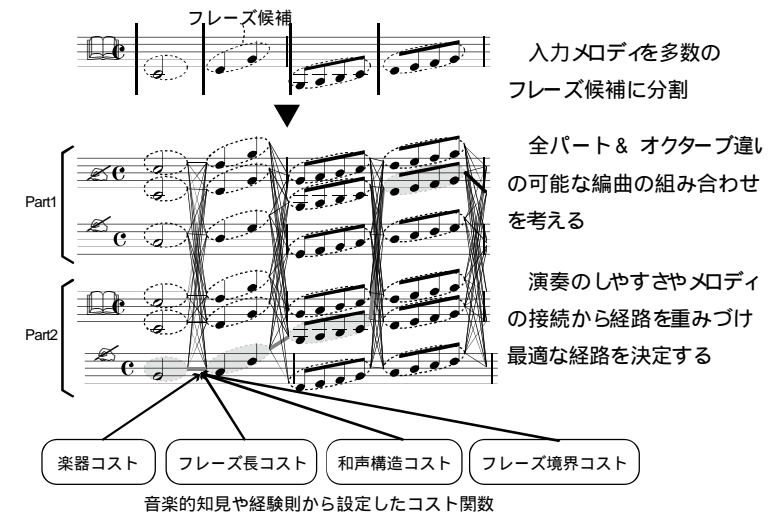


図2. 経路探索に基づいたパート分配手法

編曲支援システム「MusicPipe version1.0」の開発

得られた研究成果に基づいて、メロディと構成楽器を与えることで即時にアンサンブル用の重奏譜面を生成し、生成された楽曲を演奏したり、楽器演奏者としてアンサンブルに参加できる簡易的なデモシステム「MusicPipe version1.0」を実装した。図3にそのシステムの概要をまとめた。

本システムでは、ノートPC(MacBook)1台で動作し、電子楽器と演奏を出力するオーディオインタフェース、システムの動作や楽譜等を表示するための大型ディスプレイ、生成した楽譜を印刷するためのモバイルプリンタなどが接続されている。ユーザーは演奏したい曲と構成楽器(8種類)を自由に選択することで、その場でその楽器編成に合ったアンサンブル楽譜を生成する。その演奏を再生することや、自分のパートを接続された電子楽器で演奏し、他のパートだけを同時に再生するマイナスインの機能を備える。その他、生成した楽譜を印刷する機能などが実装されている。主要な機能は、ノートPCのみで実現されているため、持ち出してデモンストレーションなどを容易に行うことができる。第情報処理学会音楽情報処理研究会における第86回研究発表会では、実際にデモンストレーションを実施したほか、学内の研究室紹介等でも活用することができた。

また、このシステムをWebブラウザを介して実行できる簡易的なWebアプリケーションとしても実装し、リアルタイムの演奏などの機能はないが、同等の編曲支援環境がWebブラウザを用いて手軽に利用できるようになっている。なお、Webアプリケーション版のMusicPipeは <http://www.musicpipe.net/> にて利用できる。

発表文献リスト

[1] 中野 倫靖, 大沼 翔, 金 泰憲, 黒沢 佳史, 斉藤 優理, 斎藤 佳紀, 奥村 健太, 田中 駿二, 浜中 雅俊, 帆足 啓一郎, 森山 剛, 吉田 周平, 吉谷 幹人, 安藤 大地, "デモンストレーション:音楽情報処理の研究紹介IX", 情報処理学会研究会報告, Vol.2010-MUS-86, No.21, pp.1-8, Jul. 2010.

[2] 本多 翔, 酒向 慎司, 北村 正, "和声構造を用いたアンサンブル自動編曲", 電子情報通信学会総合大会, ISS-P-109, Mar. 2011.

Oboe
Flute
AltoSax

Londonderry Air

先行研究	提案手法

図3. 生成されたパート分配の例

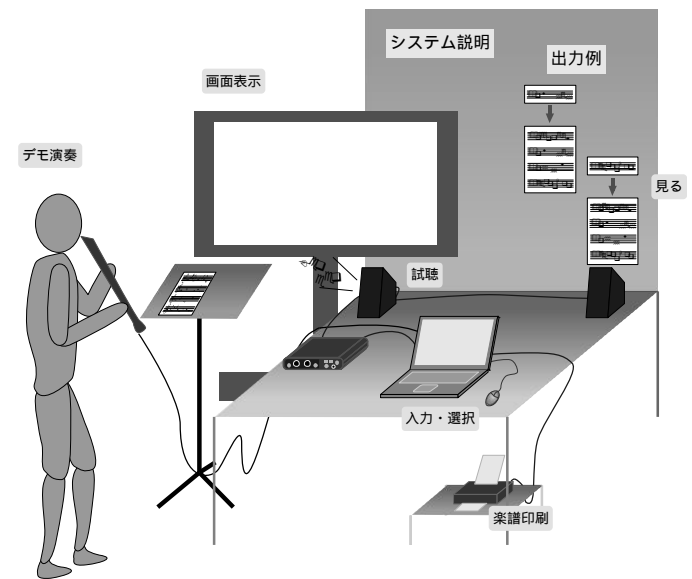


図4. MusicPipe のデモ構成