

コンピュータ・ミュージックを豊かな表現にするための 入力支援システムの提案

川島奨大^{†1} 柳英克^{†1} 美馬義亮^{†1}

概要：従来の楽曲は、作曲家が作成した楽譜を、演奏家が解釈し再現することで表現してきた。コンピュータ・ミュージックは、作曲家が作成した楽譜データをコンピュータに入力し、コンピュータが演奏する。その際には、従来の楽曲のような演奏家による楽曲の解釈と再現が行われないため、作曲家はそれらの厳密な数値による各種パラメータ入力求められる。しかし、演奏家が行っていた解釈して再現するために必要なパラメータを数値化することは、特別な機材やそれを扱う技術がなければ困難である。そのため、一般的なコンピュータと周辺機器のみで制作するコンピュータ・ミュージックは単調で機械的になりがちである。本研究では、演奏家が行っていた解釈して再現するために必要なパラメータを、音の強弱・速度の変化・発音後の音程変化・発音後の音量変化・音色に分類した。また、それらを入力するための支援システムとして、専用のソフトウェアと一般的なトラックパッドを用いた支援システムを提案する。

Proposal of input support system for expressing computer music abundantly

SHOTA KAWASHIMA^{†1} HIDEKATSU YANAGI^{†1}
YOSHIAKI MIMA^{†1}

Abstract: Conventional songs have been expressed by the musicians interpreting and reproducing the musical scores created by composers. In computer music, musical score data created by a composer is input to a computer, and the computer plays. In that case, interpretation and reproduction of music by the musicians like traditional music are not performed, so composers are required to input various parameters by their exact numerical values. However, it is difficult to digitize the parameters necessary for interpreting and reproducing the performer that the performer was doing, without special equipment and techniques for dealing with it. Therefore, computer music produced only with general computers and peripheral devices tends to be monotonous and mechanical. In this research, we classified the parameters necessary for interpreting and reproducing by the musicians into sound intensity, speed change, pitch change after sound generation, volume change after pronunciation, tone color. In addition, we propose support system using dedicated software and general trackpad as a support system for inputting them.

1. はじめに

近年、パーソナル・コンピュータの発達により、コンピュータ・ミュージックが普及している。しかし、コンピュータ・ミュージックは、従来の作曲環境で生まれる音楽に比べ単調で機械的になりがちである。はじめに、その原因について述べる。

図1は従来の音楽活動の流れの図解である。従来の作曲環境において、作曲家は楽譜を制作する。演奏家は、その楽譜に記された音の情報を理解し、演奏方法を決定する。その際、楽譜からその楽曲がどのような雰囲気・表情であるかを自身の経験と照らし合わせながら解釈し、楽器演奏技術を駆使して再現する(色付き部)。作曲家は、リズム・音高・音長を示す音符記号の他に、それだけでは表せない表現を演奏者に伝えるため、表現記号と呼ばれる記号を記述する。表現記号には、強弱や速度の変動を示すもののほか、より曖昧な比喩的表現の発想記号が存在する。例えば、

cantabile(歌うように)や energico(力強く)、pesante(重々しく)のように、音の強さや速さなどを具体的に示さず、演奏者の解釈を想起させるようなものである。

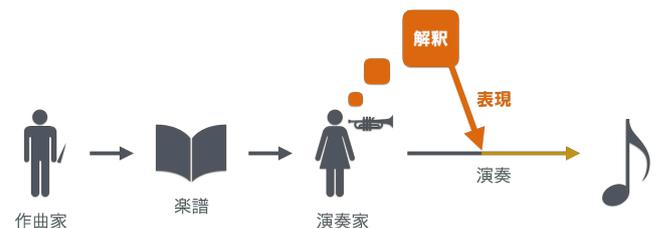


図1 従来の音楽活動の流れ

Figure 1 Conventional music activity flow.

コンピュータを用いる作曲環境において、従来の演奏家の役割はコンピュータが担う。コンピュータは与えられた楽譜データを必ず忠実に再現することができる。しかし、コンピュータは従来の作曲家が行っていたような表現記号の解釈とそれを元にした再現(図1色付き部)を行うこ

^{†1} 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

とはできない。そこで、作曲家は楽譜データに曖昧なまま表記されていたようなそれぞれの音のリズム・音高・音長などの情報を厳密に入力する必要がある。しかし、演奏家が行っていた解釈を数値化することは難しい。そういった表現を支援するための機材として、MIDI キーボードやMIDI ギター、ウインドMIDI コントローラなどのインタフェースが存在する。これらは、実在する楽器の演奏操作を数値に変換し入力することができるが、演奏するための技術が求められる。一般的なコンピュータと周辺機器のみで入力する場合、現存するファイルシステムやユーザインタフェースではこれらの入力が困難であるため、コンピュータ・ミュージックは従来の音楽環境に比べ単調になりがちである。

本研究では、こういった問題に対し、特別な機材を扱う技術を持たない作曲家が、コンピュータの理解できる形式で豊かな表現を入力することの支援を目的とし、直感的に様々な表現ができるような入出力支援システムの開発を目指す。

2. 豊かな音楽表現と現存の環境について

2.1 演奏者の音楽表現技術

演奏者が演奏を感情豊かに表現するために意識している要素として、ディナミックとアゴーギクが挙げられる[1]。ディナミックとは、発音時の音の強弱の表現を指し、アゴーギクはそれ以外の表現を指す。アゴーギク的具体例として、速度の変化、発音後の音程の変化、発音後の音量の変化、音色の変化が挙げられる。発音後の音程の変化とは、ビブラート、チョーキング、プリング、ハンマリングなどの表現を指し、ギターなどの楽器において表現に強い影響を与えている[2]。音色の変化は、使用する道具の違いや演奏方法の違い、エフェクトの調整などによって生まれる表現を指す。

これらの表現の種類は、楽器の種類によって使用できるものとできないものがある。本研究では、打楽器、鍵盤楽器、弾く弦楽器、擦る弦楽器、管楽器に分類し、表1のように分析できた。

表 1 音楽表現技術の制限分析

Table 1 Restriction analysis of music expression technology.

楽器	音の強弱	速度の変化	発音後の音程	発音後の音量	音色
打楽器	○	○			○
鍵盤楽器	○	○			△
弦楽器 (弾)	○	○	○		○
弦楽器 (擦)	○	○	○	○	○
管楽器	○	○	△	△	△

このような表現は、まとめると音量・音程・音色・リズムの4つに分類することができる。本研究では、これらの入力を柔軟に行える入力支援を目標とする。

2.2 現存するファイルシステム・インタフェース

2.2.1 SMF

SMF(Standard MIDI File)は、一般的な楽譜データ形式である。非常に多くの作曲環境で用いられており、ほとんどのOS上において無料で再生することができる。また、複数の楽器を同時に再生することができる。SMFに含まれる情報は、それぞれの音符の発音時の音程・音長・発音時の音量・タイミングと、楽器全体の発音後の音程・音量である。そのため、発音後の音量・発音後の音程の変化の表現を行うためには複雑な工夫が必要であり、音色は大まかな種類以上の細かな制御が不可能である。

2.2.2 ピアノロール

ピアノロールは、コンピュータを用いる作曲活動のために独自に発展・最適化された入力ユーザインタフェース形式である[図2]。音程と音長を可視化することにより、視覚的に楽曲構成を入力することができる。しかし、それぞれの音の音量を一つずつ入力する必要があるなど、音程と音長以外への入力は困難である。



図 2 ピアノロールの例

Figure 2 Example of a piano roll.

3. 先行事例

3.1 先行研究

コンピュータが演奏する楽譜データに対して、表情の豊かさや自然性を付加するための研究分野として、「演奏表情付け」が挙げられる。演奏表情付け研究は、コンピュータが自動的に楽譜を判断し表現を付加する手法を研究する自律システム研究と、演奏主体を人間においてインタフェースや処理の自動化の手法などを研究する表情付け支援研究に分けられる。本研究は表情付け支援研究に分類できる。表情付け支援研究の事例として、VirtualPhilharmony[3]が挙げられる。これは、指揮者経験者が両手にセンサーを装着

した状態で、両手を振ることで、リアルタイムにテンポの抑揚や音量の変化などの情報を付加するものである。しかし、このシステムは手の振る大きさと速さを入力としているため、先に挙げた4つの表現要素を入力するには不十分である。

また、音程の制御を試みている事例の一つである **Guitar-Case Maker**[4]は、ギターソロにおける音量・音程の制御を行うものであり、実際の運指を推定することでより人間の演奏に近い表現を目指している。しかし、これは事例によるデータベースを用いた自動制御を行なっている自律システム研究であり、作曲者の意図を反映するものではない。

3.2 先行事例

コンピュータ・ミュージックの入力支援製品事例として、**Seaboard**[5]が挙げられる(図3)。これは、一般的なキーボードの鍵盤部分が一体型の柔らかい素材になっており、鍵盤それぞれの圧力・縦揺れ・横揺れとタイミングを入力として受け付けることができる。しかし、鍵盤上であることと、触り心地が独特であることから、入力は容易でなく、練習が求められる。



図3 Seaboard [6]
Figure 3 Seaboard.

また、**KAOSSILATOR PRO+**[7]は、パッドに指を置いて撫でるだけで様々な表現を入力することが可能である。横軸は音程、縦軸は楽器によって音量か音色、またはその両方が対応している。操作は **Seaboard** に比べ直感的であるが、入力できる動作は平面上の移動のみであるため **Seaboard** に劣る。また、これらの製品は高価であり、利用できる作曲者は限られる。



図4 KAOSILATOR PRO+ [8]

Figure 4 KAOSILATOR PRO+.

4. 本研究で提案するシステム

本研究では、音程と音長のみが入力された **SMF** データと、一般的なノートパソコンに搭載されているトラックパッドによるリアルタイム操作を入力とし、演奏表情が埋め込まれた楽譜データを出力するようなシステムを提案する。提案するシステムのユーザフローは以下の通りである。

ユーザは、制作した **SMF** データをシステムに読み込ませたのち、登録されている楽器の中から一つを選ぶ。その後、トラックパッドを押すと、**SMF** データ内の音程が順番に鳴る。つまり、トラックパッドをリズムよく押すことで、その **SMF** データ内の音をリアルタイムに擬似演奏することができる。また、押している指をそのまま上下左右に動かすことで、発音後の音量や音程を細かく操作することができる。満足のいく演奏が完成すれば、その演奏時の表現が埋め込まれた **SMF** データを出力できる。

これにより、これまで入力が困難だった細かい音程・音量・リズムの入力を直感的に行うことができる。また、操作する場所は一ヶ所なため練習コストもほとんどない。

開発するうえで注意しなければいけない点は、トラックパッドとパラメータの連携における数値変化のマッピングと、出力する **SMF** ファイルの構成である。z (注意する必要性については2.2.1を参照。前提条件として、同時に2つ以上の音が鳴らない楽譜である必要がある。)

現在、このプロトタイプとして、1つの音に対して音量と音程をトラックパッドで操作できるシステムを制作・評価実験中である。指の動く距離とパラメータの変動させる値の割合の検証や技術の検証を行っている。

4.1 提案するシステムの展望

先に述べたシステムとそのプロトタイプは、一般的なノートパソコンでの動作を前提としている。これは、作曲者の負担をより減らすための考慮である。しかし、一般的なノートパソコンに搭載されているトラックパッドでは、押

すタイミングと、押しながらの上下左右の移動の3次元の入力しか行えない。また、一般的なSMFデータ形式では音色の変化を記録できない。そのため、表現の要素である音量・音程・音色・リズムの4次元の入力には対応していない。そこで、展望の一つとしてApple Magic Trackpad2[9]の活用を視野に含めている。これは、一般的なトラックパッドのような物理ボタン式ではなく、トラックパッドにかかっている圧力をセンシングして操作を判定している。また、同様の機能を持つトラックパッドが2015年以降のMacBook Proに搭載されている。トラックパッドに入力された圧力の値は、最大5段階まで分解し取得することが可能である[10]。これにより、擬似的に4次元の入力が可能になるため、実装難易度や効果について分析・検討する予定である。

参考文献

- [1] “ピアノ演奏の表情を豊かにするデュナーミクとアゴーギク”。<https://www.youtube.com/watch?v=Mj0rUenVvAU>, (参照 2017-10-22).
- [2] “ギターレッスン【感情豊かなギターを弾くには】音色に魂を吹き込む練習法”。
<https://www.youtube.com/watch?v=sfAqZKKBR2s>, (参照 2017-10-22).
- [3] 馬場 隆, 橋田 光代, 片寄 晴弘. 指揮システム: “VirtualPhilharmony”楽器ごとの個別タイムラインによるスケジューラ管理. 研究報告音楽情報科学, 2012, MUS-94, vol. 26, p. 1-6.
- [4] 水本 直希, 馬場 隆, 北原 鉄朗, 片寄 晴弘. エレキギターの表情付け支援システム「Guitar-Case Maker」. 研究報告音楽情報科学, 2012, MUS-94, vol. 30, p. 1-8.
- [5] “Seaboard: The Future Of The Keyboard | ROLI” .
<https://roli.com/products/seaboard/>, (参照 2017-11-14).
- [6] “Seaboard(image)” .
<https://static.keymusic.com/products/237237/XL/roli-seaboard-rise-25-6.jpg>, (参照 2017-12-24).
- [7] “KAOSSILATOR PRO+ - DYNAMIC PHRASE SYNTHESIZER/LOOP RECORDER | KORG (Japan)” .
http://www.korg.com/jp/products/dj/kaossilator_pro_plus/, (参照 2017-11-14).
- [8] “KAOSSILATOR(image)” .
http://cdn.korg.com/jp/products/upload/ded2b7f55674c7b39d65b6dbaf927f19_pc.jpg, (参照 2017-12-24).
- [9] “Magic Trackpad 2 - Apple (日本)” .
<https://www.apple.com/jp/shop/product/MJ2R2J/A/magic-trackpad-2>, (参照 2017-11-20).
- [10] “NSMultiLevelAcceleratorButton - AppKit | Apple Developer Documentation” .
<https://developer.apple.com/documentation/appkit/nsmultilevelacceleratorbutton>, (参照 17-11-20).