

comp-i: MIDI データの視覚探索システム

宮崎 麗子[†] 藤代 一成[†] 平賀 瑠美^{††}

MIDI 楽曲の編集に使われるシーケンスソフトでは、各エディットウィンドウが独立した状態でしか表示されないため、注目したいパラメータや再生・編集位置を切り替える場合にユーザに負担がかかる。さらに、各ウィンドウは注目部分だけしか表示できないため、楽曲を大局的にとらえることが難しい。そこで本論文では、これらの問題を解決するために、ユーザの認知地図を壊さずに、アニメーション効果によって楽曲の表現レベルをシームレスに切り替えることのできる、3次元 MIDI データ可視化システム comp-i (Comprehensible MIDI Player - Interactive) を提案する。

comp-i: A System for Visual Exploration of MIDI Datasets

REIKO MIYAZAKI,[†] ISSEI FUJISHIRO[†] and RUMI HIRAGA^{††}

So-called sequence software systems, which are commonly used to edit MIDI-encoded music, possess two kinds of problems due to interactions with MIDI data through multiple independent windows. In this paper, we address the problems by prototyping a system, called “comp-i (Comprehensible MIDI Player - Interactive)”, which provides a novel type of 3D virtual space, where the users are allowed to interactively explore the global structures and local features embedded in a time-series of multichannel asynchronous events of MIDI datasets while keeping their cognitive maps.

1. 背景と目的

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) 楽曲の編集に使われる従来のシーケンスソフトには、楽譜形式のスタッフウィンドウ、音高を棒グラフ状に表示するピアノロールウィンドウ、各種 MIDI データの数値を表示するリストウィンドウなど、さまざまな表示方法が用意されている。一般的に、ユーザは提供された各種ウィンドウの中から、自分の編集目的に合ったウィンドウを次々に選択・表示して編集作業を行う。しかしこの編集方法に従うと、1つのウィンドウに表示されるパラメータの種類が限定されるため、複数のウィンドウを見比べなければイベントの総合的な把握が困難になる。さらに、各ウィンドウは現在注目している部分の局所的な表示しかできないため、曲全体の把握も難しい。

そこで本研究では、これらの問題を解決するために MIDI データを 3次元空間内に可視化するシステム comp-i (Comprehensible MIDI Player - Interactive) を開発してきた^{1)~3)}。本論文では、曲全体をとらえて楽曲構造を表示する大局的な表現、あるいは任意のパラメータや小節位置へ注目した局所的な表現など、ユーザが要求する楽曲のさまざまな表現レベルを、画面を切り替えることなくシームレスに表示し、可視化空間における人間の認知地図 (cognitive map)⁴⁾を壊さないようにユーザに対話的環境を提供する機能に焦点を当てる。

ところで、楽曲の 3次元可視化という点では、すでにいくつかの研究がなされている^{5),6)}。しかしこれらの研究にともなって開発されたシステムでは「楽曲の局所的な部分だけしか表示できない」、「3次元可視化による透視投影に起因して、空間に目盛りを配置してもオブジェクトの詳細な位置情報を読み取りにくい」という 2つの問題がある。そこで comp-i では、既存の 3次元可視化システムにおけるこれらの問題を解決するためにも、楽曲構造を表示する機能と、オブジェクトの明確で詳細な位置情報を表示する機能を加える。

[†] お茶の水女子大学大学院人間文化研究科

Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu University

^{††} 文教大学情報学部

Faculty of Information & Communications, Bunkyo University

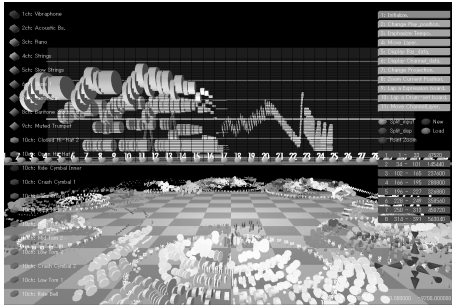


図1 comp-iの仮想空間(小節数:388,演奏時間:6分の楽曲)
画面左側:チャンネルノード,画面右側:メニューバー
Fig. 1 Overview of comp-i virtual spaces.

2. comp-iシステムの概要

comp-iは, Standard MIDI File (SMF) に格納された MIDI データを 3 次元空間内に可視化する(図1). そしてアニメーション効果により, ある表示から別の表示へ自由に視点を移動させ, ユーザの認知地図を壊さない対話環境を提供する.

2.1 可視化対象

- ノートオン・ノートオフ:それぞれ発音と消音の MIDI メッセージであり, チャンネル, 音高, ペロシティのパラメータを含む.
- チャンネルボリューム:各チャンネルごとの相対的な音量を指定する MIDI メッセージであり, チャンネル, 音量のパラメータを含む.
- エクスプレッション:チャンネルボリュームに対して相対的に音量を調節し, 持続音系楽器の抑揚を表現するための MIDI メッセージである. チャンネル, 音量のパラメータを含む.
- セットテンポ:すべてのチャンネルに共通した, テンポのパラメータを調節する MIDI イベント.

2.2 可視化空間の構成

comp-i の表示画面は 2 つの可視化空間(タイムライン空間・楽曲構造空間)とコントロールプレーンから構成される. 図1 上部のタイムライン空間では MIDI データが带状に展開される. ここでユーザが楽曲を分割し構造を定義すると, 図1 下部の楽曲構造空間では楽曲全体が大局的に表示される. また, 一度そのように楽曲構造を定義した後は, 楽曲構造空間で選択された構造がタイムライン空間に展開される. たとえば, 音楽知識のあるユーザは楽曲構造の呈示・解析のために, 知識のないユーザはその理解のために両空間を使うという手法が考えられる. 画面手前全体に定義されたコントロールプレーンには, 両空間に共通に使われる, チャンネルノードとよばれる各チャンネルを操作する

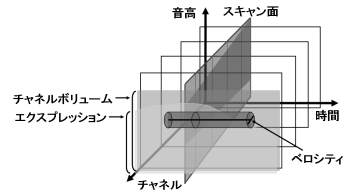


図2 MIDIパラメータの可視化法
Fig. 2 Visualizing MIDI parameters.

ための正八面体やメニューバーを配置する.

3. 情報探索のアプローチ

3.1 タイムライン空間の可視化手法

図2に各パラメータのマッピング法を示す. 3次元空間の横軸に時間, 縦軸に音高, 奥行き方向にチャンネルをマッピングする. また現在の再生箇所を示すために, 時間軸方向に移動するスキャン面を配置する. 時間軸には, 小節位置を示すポイントノードを配置し, 小節番号を表示する. 奥行き方向にはレイヤ構造を持たせ, 1レイヤに1チャンネルを対応させる. 奥に表示されたチャンネルの様子も認識させるために, 各レイヤは半透明で表示する. 単音はレイヤ上にノートオンからノートオフまで円柱で表し, 複数のチャンネルを見分けるために, 各レイヤの円柱に異なる色相を対応させる. 音高は, SMF に格納された音高の値(0~127)をそのまま座標値に直す方法と, 入力した SMF の最高音高と最低音高をそれぞれ座標の最大値と最小値に対応させる方法の2つが考えられる. 前者は複数の SMF の比較に, 後者は空間を有効に使った音高差の明確な表現にそれぞれ向いているので, 両表示を切り替える機能を提供する.

音量は, ペロシティ, チャンネルボリューム, エクスプレッションの3つの MIDI データにより調節される. ペロシティには円柱の太さを対応させることによって, 正面や真上から投影しても同じように認識できる. チャンネルごとの音量を表すチャンネルボリュームは, チャンネルレイヤ上に時間軸と同じ長さの横幅を持つボードを重ね, その縦幅に対応させる. 曲を通してチャンネルボリュームを調節するエクスプレッションは, 個々の音の音量とは独立に表示させる必要があるため, チャンネルボリュームを表すボード上に波形のボードを重ね, その縦幅の変化に対応させる. デフォルトではクラタリングを防ぐためにこれらのボードは表示しないが, 定義されたそのままのエクスプレッション値と,

別のオブジェクトによって目的のオブジェクトが見えにくくなること.

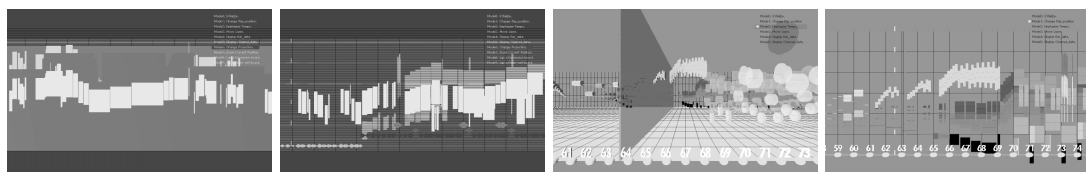
(a) エクスプレッション
(a) Expression(b) ドラムセット
(b) Drumset(c) 透視投影
(c) Perspective view(c') 直交投影
(c') Orthographical view

図 3 対話的な表示の切替え

Fig. 3 Multiple view types.

チャンネルボリュームに対応したエクスプレッション値の表示を切り替える機能を提供する(図 3(a)). 前者は他のチャンネルとのエクスプレッション値の比較に, 後者は実際の出力音量の比較にそれぞれ適する.

テンポには, HSV 変換 を用いて彩度を対応させ, テンポが速いほど円柱をより鮮やかに, 遅いほどより白く表示する. MIDI ではテンポと発音時間のパラメータは独立であることから, 物理的に時間軸方向の長さを対応させるのではなく, 論理的にテンポを可視化の方が適切であると考えられる.

ドラム音源の可視化には, 通常の楽器とは異なる表示方法が必要になる. まず, ドラム音源のノート番号をチャンネル軸方向に展開することによって, 入力された SMF でドラムセットとして定義された各インストゥルメントを, 異なるチャンネルとしてマッピングする. ドラム音色は減衰音であり, 時間軸方向においては発音したタイミングだけを示せばよいので, ノートオンからノートオフまでの長さを持つ円柱ではなく正八面体で表す. 正八面体の大きさは, そのインストゥルメントのペロシティに対応する. またデフォルトでは, ドラムセットの各インストゥルメントはチャンネル軸上に個々のチャンネルとしてマッピングされているが, 指定したチャンネルのレイヤ上に各インストゥルメントを縦方向にマッピングしたボードを表示する機能を提供することによって, ドラムセットと任意のチャンネルの関係を認識しやすくする(図 3(b)).

スキャン面とレイヤ, 空間の底面にはそれぞれ目盛りを表示し, 各円柱のチャンネル, 音高, 時間の各パラメータの認識を助ける. また底面には各円柱を縦軸方向に投影した影を描画し, 底面から離れて表示された円柱のチャンネル, 時間, 音量差の情報の損失を防ぐ.

また, 任意の視点からの透視投影を直交投影に切り替えるモードを提供する(図 3(c), (c')). しかし直交投影では, 視点を奥行き方向に移動しても投影結果

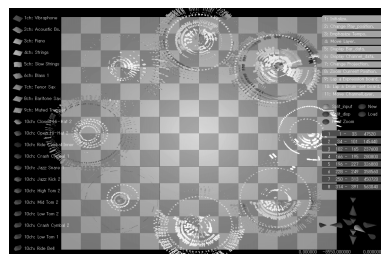


図 4 楽曲構造の可視化

Fig. 4 Visualizing global musical structures.

は変わらない. そこで, 投影されるクリッピング面の範囲を変更することによって, 表示する空間の範囲を調整し, この問題を回避する.

3.2 楽曲構造空間の可視化手法

この空間は楽曲全体の構造を大局的にとらえるための空間である. 上記のタイムライン空間でポイントノードを指定することによって楽曲を複数に分割すると, 個々の楽曲構造をリング状にして表示する(図 4). 個々のリングとそれから構成される全体の円は, スタートを 0 度の位置として時計回りに時間軸を定義する. 個々のリングの大きさにより, 各楽曲構造の大きさを認識できる. また, 各チャンネルの発音状況も 3.1 節で述べた手法と同様に可視化するので, 色相から楽曲全体における音源の使用状況が把握できる. 彩度の変化からは, より大局的なテンポの変化が分かる.

3.3 視点移動による情報探索

ユーザはキーボードにより左右, 上下, 奥行き方向に視点を移動し, マウスを使って視線方向を自由に調節できる. また, キーボードからの入力により, あらかじめ指定された位置(タイムライン空間の斜め上・真正面・真上・真横, 楽曲構造空間の真正面・真上)に視点を移動できる. たとえば視点を両空間の真上に移動すると, 各チャンネルの時間軸方向の変化の様子がよく分かり, 同じメロディやリズムのパターンを見つけることができる. 視点をタイムライン空間の真横に移動すると, 全チャンネルを操作するのに便利である. また視点を楽曲構造空間の真上に移動すると, 楽曲全

色相 (Hue), 彩度 (Saturation), 明度 (Value) の色の 3 属性を変化させ色を作り出す方式.

体の構造を把握できる．特定の小節へアクセスするために小節の節目を表すポイントノードをクリックすると，視点がその近くまで移動し詳細を確認できる．

3.4 シーケンスソフトとの比較

comp-i の楽曲構造空間は，シーケンスソフトにはない，楽曲の大局的表示機能を持つ．従来のシーケンスソフトでは，ユーザが曲全体のどこを再生・編集しているのかは，ウィンドウのスクロールバーの大きさや位置を手がかりにしなければならず，その情報は明確でない．また，縮尺を調整することにより，曲の初めと終わりをウィンドウ内に収めることも可能であるが，縮尺が小さすぎると肝心な情報を読み取れなくなってしまう．どの方法でも，シーケンスソフトにおいては，曲の長さに対して情報の大局的認識度は低くなる．しかし comp-i では曲の長さに関係なく，楽曲構造を大局的に，かつタイムライン空間において注目箇所を局所的に表示することができる．

一方タイムライン空間は，直交投影の軸選択によりシーケンスソフトの各エディットウィンドウの役割を果たす．時間軸とチャンネル軸から成る平面への投影は，全チャンネルの演奏状態を示すトラックビューと同じ役割を果たす．しかしトラックビューでは，どのチャンネルでいつ演奏が行われているかという情報しか得られないが，comp-i では，実際の明確な発音状況に加え，音量とテンポも同時に確認できる．また音高軸とチャンネル軸から成る平面への投影は，音高と音量を示すピアノロールと同じ役割を果たす．しかしピアノロールでは，ウィンドウを2つに区切って音高とボリュームを示すため，2つの表示を見比べなければならないが，comp-i では円柱の半径の変化から，同時に複数のチャンネルの音高と音量の両方を，より直観的に確認できる．

シーケンスソフトと異なる comp-i の特長は，アニメーション効果によってある表示から別の表示への自由な視点移動を可能にし，ユーザの認知地図を壊さない対話環境を提供したことである．

4. まとめと今後の課題

3次元仮想空間に MIDI データを可視化し，視覚的情報探索を実現するシステム comp-i を提案した．

今後の課題を以下にあげる：

- プロトタイプでは 3次元音響生成機器を用いて，音源の位置をスキャン面や各チャンネルのレイヤの

位置に対応させて 3次元音場を生成した．今後はパンポットの視覚的制御を実現する．

- 楽曲の繰返し構造を自動的に推定する機能を追加し，comp-i で SMF の入力から楽曲構造の可視化までの一連の流れの自動化を実現する．
- オブジェクトを直接操作して，直観的に各パラメータを編集する機能を実現する．前述のパンポットの仮想空間における視覚的制御は，ユーザにとってたいへん直観的で新規性の高い MIDI データの編集方法になる．また，繰返し構造は MIDI の編集時にユーザが最も考慮すべき構造の 1 つなので，1カ所の編集結果を他の繰返し区間に適用するなど，編集機能の向上につながると考えられる．

参考文献

- 1) Miyazaki, R. and Fujishiro, I.: Interactive Poster: 3D Visualization of MIDI Dataset, *IEEE Visualization 2002 Posters Compendium*, Boston, pp.96–97 (Oct.–Nov. 2002).
- 2) Hiraga, R., Miyazaki, R. and Fujishiro, I.: Performance Visualization—A New Challenge to Music Through Visualization, *Proc. ACM Multimedia 2002*, Juan-les-Pins, pp.239–242 (Dec. 2002).
- 3) Miyazaki, R., Fujishiro, I. and Hiraga, R.: Exploring MIDI Datasets, *ACM SIGGRAPH2003 Full Conference DVD-ROM*, San Diego (July 2003).
- 4) Spencer, R.: *Information Visualization*, Chapter6, Addison-Wesley (2001).
- 5) Smith, S.M. and Williams, G.N.: A Visualization of Music, *Proc. IEEE Visualization '97*, Phoenix, pp.499–503 (Oct. 1997).
- 6) Kaper, H.G. and Típei, S.: Manifold Compositions, Music Visualization, and Scientific Sonification in an Immersive Virtual-Reality Environment, *Proc. International Computer Music Conference*, Ann Arbor, pp.339–405 (Oct. 1998).

(平成 15 年 7 月 10 日受付)

(平成 16 年 1 月 6 日採録)

縦軸がチャンネル，横軸が時間である平面．

縦軸が音高，横軸が時間である平面．通常下部に区切られたウィンドウにボリュームなどの他のパラメータを表示する．