

仮想環境を利用した楽曲操作システム

5 Z-4

小木曾衣里子 池井 寧 福田収一
東京都立科学技術大学

1. はじめに

人工現実感技術を音楽の分野に応用することにより、記譜情報に対する操作性の向上と対話性の導入が可能となる。本研究では、楽曲情報を仮想空間内に3次元的に表示することにより、ユーザが楽曲の構成を理解しながら楽音を操作し、アレンジできるシステムを開発している。また、このシステムでは、音楽表現をより人間の演奏に近いものとするために、曲の構造から得られる表現ルールを導入し、楽譜に表記されていない演奏情報も操作可能としている。

2. 楽曲操作システムの概要

楽曲操作システムは、曲の演奏とユーザが曲のアレンジをする際の支援を行う。演奏に関する詳細な指示を受け入れるシステムとすることで、ユーザは、演奏者と編曲者の両方の立場から音楽的表現を行うことができる。システムは大きく分けて、楽音情報の表示システム、ユーザが曲をアレンジするときの操作システム、入力・変更された結果を演奏する演奏システムの3つからなる。以下にこれらの概略を述べる。

まず、楽音情報を3次元空間に表示するためには、音の基本的な要素情報が必要である。従来楽譜によって記述されてきたことは、実際の音楽情報の一部に過ぎないが、楽音の基本的な属性である音の高さ、強さ、長さは楽譜から得られるので、これをシステムの楽音情報の基本要素として表示する。

また操作システムでは、入力を効果的に行えるように既存の曲をあらかじめ空間内に配置しておき、音符やフレーズ、曲全体を操作する場合の選択肢を用意し、ユーザに呈示する。操作は、3次元空間内に配置されたボタンや音符を選択することにより行う。

一方、演奏システムは、通常特別な技術や熟練を必要とする楽器演奏を、ユーザの指示により実現する。ここでは、記譜されている強弱や速度に関する演奏記号だけでなく、曲の構造から得られる演奏のための表現ルール[Sundberg('83)]を演奏に対して適用する。また、これらを適切に可視化することにより、多様な演奏の生成を行う。

3. システムの構成

3次元の仮想空間はWorld Tool Kit (Sense8社)を用いて生成した。この空間の操作は、現在は、マウスを使って行っている。音の出力にはMIDI音源を用いている。

3.1 楽音の表現方法

本システムでは、表現可能情報を増やすために音素を直方体によって表す。Table 1に、楽音情報の空間内での表現方法を示す。音素はこれらの情報を数値データとして持つ。

Table 1 Representation of note information

楽音情報	表現方法
音高	音素の位置
音の大きさ	音素の大きさ
音長	音素の間隔
リズム	音素の傾き

3.2 空間配置と操作の選択肢

仮想空間には、上記の楽音情報を3次元的に表示する。Fig. 1に空間内の配置を示す。

仮想空間内には音符、音の高さを表すスケール、操作を行うボタン、演奏ルールによる音素の変化量を示す折れ線グラフが配置されている。音符列は、主旋律部と伴奏部の2つの楽曲情報を示す。空間のX, Y, Z軸はそれぞれ音の時間軸、高さ、大きさに相当し、リズムは直方体の傾きで表される。

このように生成された仮想空間内の操作の選択肢として、次のようなものを用意した。

- 1) 演奏制御
- 2) 音色（演奏楽器の種類）の変更
- 3) フレーズ区切りの表示
- 4) 音の大きさの変更
- 5) 和音の選択
- 6) 演奏ルールの適用

それぞれの操作は、仮想空間内のボタンの選択かキーボードからの入力により行われる。また、操作の範囲は曲全体、フレーズ単位、音符ごとである。

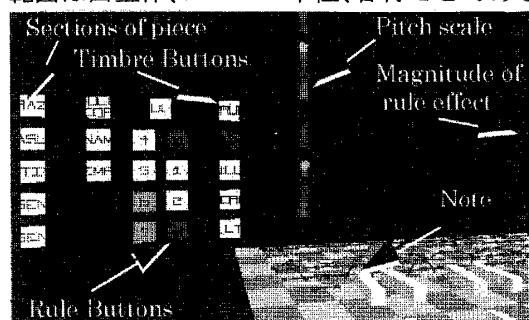


Fig. 1 Musical information presented in virtual space

A Musical Arrangement System in Virtual Environment.

Eriko Ogiso, Yasushi Ikei, Shuichi Fukuda
Tokyo Metropolitan Institute of Technology
6-6, Asahigaoka, Hino-shi, Tokyo 191 Japan

音素に対応したグラフのノードを操作することにより、音素の要素情報(大きさ、長さ)を変更することもできる。

Fig. 2に、実際にシステムを動作させたときの操作例を示す。これは、小節区切りを選んで、和音を選択したときの様子である。小節区切りを選択すると、音の大きさの変更、和音の付加、演奏のボタンが表示される。

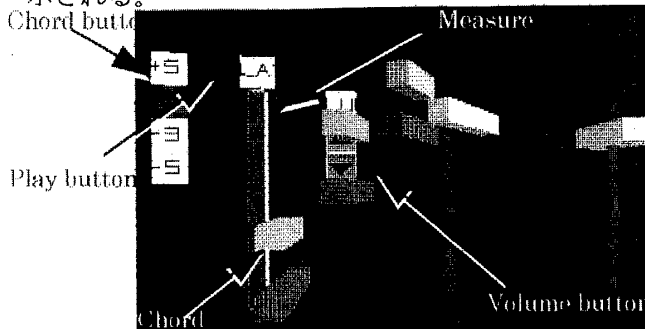


Fig. 2 Selection of a chord

3.3 演奏システム

システムに与えられた音の大きさの初期値は一定であり、音の長さも $\tau = 200\text{msec}$ の標準値を与えられている。演奏に豊かな表情を与えるために、楽譜の演奏記号による効果と Sundberg らの演奏表現ルールを、以下のように設定した。

3.3.1 楽譜の演奏記号に基づく設定

1) 強弱記号

楽譜で示される強弱記号は相対的な性格を持ち、強さの度合いは演奏者によって異なるが、それぞれの記号にベロシティ値を設定した。Table 2 に対応付けを示す。

Table 2 Relation between velocity and stress signs

強弱記号	ppp	pp	p	mp	mf	f	ff	fff
ベロシティ	1	16	23	32	45	64	90	127

クレシェンド、デクレシェンドは強弱記号に合わせてベロシティ値を増減させる。また、アクセント記号はベロシティ値を現在の値の 120% とする。

2) アーティキュレーション記号

音と音との切り方や結び方などの演奏や表現に関する奏法を示す記号で、今回は次の 2 つを用いた。

- レガート: 2 つの音の間を結ぶ記号。音の間を切れ目なく、なめらかに演奏することを示す。この記号が付いている前の音はベロシティ値を現在の 110% に、後の音は前の音と同じ長さか前の音より短い場合に 20msec 短くする。
- テヌート: 音を保持する記号。ベロシティ値を現在の値の 110% に、音の長さを 40msec 長くする。

3.3.2 演奏表現ルールの設定

曲の構造から得られる Sundberg の 5 つの演奏表現ルール(ルール 1 ~ 5)に、リズムに関するルール 0 を加えた。これらのルールは、音の長さや強さ

に関するものであり、次のように設定した。

ルール 0: 音符の個数や拍子によりアクセントをつけるルール。今回使用した 3 拍子の場合には、“強弱弱”であるので、小節最初の音を現在のベロシティの 125% にする。

ルール 1: 楽器演奏では音の大きさと高さは

$$\log \text{大きさ} \propto \log \text{高さ}$$

の関係にある。ここでは音の大きさはベロシティ値で表されるため、ベロシティ値を v 、周波数を f としたとき、

$$v = f^\alpha \quad (\alpha: \text{比例定数})$$

となる。 α はノートナンバー 60 の音を基準として決定する。

ルール 2: 音の長さのコントラストを増加させるルールで、短い音はより短く、長い音は変化させない。設定を Table 3 に示す。

Table 3 Decrease rate on Rule 2 (unit msec)

持続時間	100	200	300	400	500~1000	1100~
減少値	10	5	3	2	1	0

ルール 3: 後に続く音の高さが上がる場合には、3% ずつ長さを減少させる。

ルール 4: 旋律的飛躍を終端する音の長さを増加させるルール。

長 3 度・短 3 度の終端する音	3%
5 度以上の飛躍	6%
4 度の終端する音	5%

ルール 5: 4 度以上の旋律の飛躍がある場合は 30msec の一時消音を与える。

これらのうち音の長さに関するルールを適用すると、主旋律部と伴奏部の小節始めがずれることがある。この場合は、曲を構成している最低単位である小節の 1 拍目は、2 つの旋律を揃える。伴奏部が主旋律に合わせるようにし、ずれたタイミングを、1 つ前の小節内の音符に比例配分する。

4. おわりに

仮想環境に、楽音情報、操作インタフェースを呈示することにより、ユーザが楽曲を直感的に理解し、直接的に操作できるシステムを構築した。演奏ルールの設定により、曲全体の演奏情報の変更が可能となったが、ルール間の競合、協調についてのメタルールや、フレーズ等の長い音符スパンに適用されるルールの記述について、今後検討が必要である。

参考文献

- 1) Sundberg, J., A. Askenfelt, and L. Frydén: Musical Performance: A Synthesis-by-Rule Approach, Computer Music Journal 7 (1): 37-43(1983)
- 2) 菊池 有恒: 楽典、音楽之友社(1994)
- 3) 大照 完、橋本周司: 仮想音楽空間、オーム社(1994)