JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	Coloring-in Pianoによる2ステップ打ち込みの提案
Author(s)	宮川,洋平; 白崎,隆史; 大島,千佳; 西本,一志
Citation	情報処理学会研究報告 : 音楽情報科学, 2001(125): 21-26
Issue Date	2001-12
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/3345
Rights	社団法人 情報処理学会, 宮川洋平／白崎隆史／大島千佳／西本一志, 情報処理学会研究報告 : 音楽情報科学, 2001(125), 2001, 21-26. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は（社）情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.
Description	

JAIST
JAPAN ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

音楽情報科学 43－4
(2001. 12. 22)

Coloring-in Pianoによる2ステップ打ち込みの提案

宮川 洋平[†]　白崎 隆史[†]　大島 千佳[†]　西本 一志[†‡]

本稿ではコンピュータミュージックの演奏データ作成を容易にする新たな方法としての、2ステップ打ち込み手法を提案する。本手法は、第1ステップで音高データのみを入力、第2ステップで表情付けのみを入力するという、2段階の打ち込み手法である。第2ステップの表情付け入力では、あらかじめ入力した音高列に従って演奏が進行するピアノである Coloring-in Piano を利用する。従来演奏データを作成するために用いられている方法としては、主にリアルタイム入力やステップ入力が挙げられる。そこで、実験では課題曲についてリアルタイム、ステップ、2ステップの3つの方法で演奏データを作成し、その作業における満足度と難易度の比較を行った。実験の結果から、リアルタイム入力やステップ入力と比較して多くの点で2ステップ打ち込みの有効性が示された。

Two-Step music performance data making using by Coloring-in Piano

Yohei Miyagawa[†], Takashi Shirosaki[†], Chika Oshima[†], and Kazushi Nishimoto[††]

We propose a new method named "Two-Step input method" for making performance data of computer music. The first step of the method is to input only pitch data. The second step of the method is to input various musical expressions. We applied "Coloring-in Piano" to the second step. "Coloring-in Piano" allows people to play a piece of music without mistakes by replacing the performed pitch data with pitch data in an a-priori given sequence of pitch data. We compare "Two-Step input method" with two conventional input methods of musical data, i.e., real-time input method and step input method, to evaluate its efficiencies. As a result, "Two-Step input method" has advantages in many points than other methods.

1 はじめに

演奏者は演奏表現において、音を並べるだけでなく、1つ1つの音の強弱と、そのバランス、細かい速さの変化といった表情付けを行うための音楽知 [1] を働かせている。音楽知は長年にわたる練習によって習得されるものであり、演奏経験のない多くの人は、たとえその曲の表情付けをイメージしても、実際に演奏として表現することは困難である。

しかし近年、計算機の普及に伴い、DTM(Desk Top Music) システムが多数開発されたことで、楽器演奏の経験のない人でも自分なりのイメージを演奏表現することが可能になってきた。しかし、納得のいく演奏表現を行うには、依然としていくつもの困難が伴っている。

演奏データを計算機に入力する方法のうち、リアルタイム入力は、演奏情報をそのまま記録する方法である。しかし、音楽演奏初心者は音を並べることに精一杯で、同時に表情付けを実現することができない。すなわち、リアルタイム入力は利用できる人が限られる。

一方ステップ入力では、実際に楽器の演奏をすることなく、表計算ソフトに数値を入力するかのように、音楽的要素をばらばらに入力するため、楽器未経験者でも、比較的入門が容易である。しかし表情付けの段階では、パラメータを個々に入

† 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Hokuriku
E-mail:{y-miyaga,t-shiro,cooshi,knishi}@jaist.ac.jp
‡ 科学技術振興事業団 さきがけ研究21「情報と知」領域
PRESTO, JST

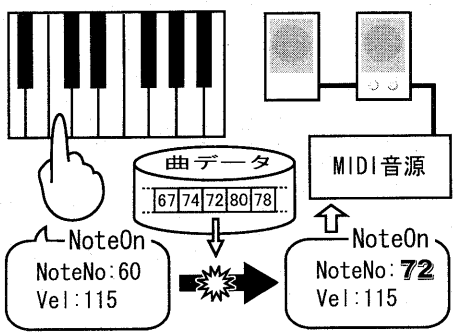

図 1: Coloring-in Piano の構成

ことは非常に困難である。

そこで、本稿では Coloring-in Piano [2](以下 CiP) を用いた 2 ステップ打ち込みを提案する。CiP とは筆者らがすでに提案している、表情付けに専念できるピアノで、どの鍵盤を弾いても、あらかじめ入力された音高列に従って演奏が進行するというピアノである。

2 ステップ打ち込みは、ステップ入力と同様の方法によって、第 1 ステップで音高列を入力し、第 2 ステップでは CiP を用いることでリアルタイム入力と同様に、細かい表情付けを入力する方法である。この方法により、ステップ入力の利点である正確なメロディの作成と、リアルタイム入力の利点である細かい表情付けの入力が可能となる。

本稿では、2 ステップ打ち込みを従来の入力方法と比較することでその有効性を検証し、2 ステップ打ち込みの方法に見られる特徴をもとに、表情付けに対する支援のあり方について考察する。

2 実験

2.1 実験システム

CiP は、キーボード (KORG 製 KARMA)、SGI Indy ワークステーション、および MIDI 音源 (YAMAHA MU2000) で構成される。以上で作成された演奏データの記録には SONY の VAIO(Pentium4 1.5GHz, メモリ 512M) 上で動作する、YAMAHA の XGworks4.0 [3] を用いる。また、リアルタイム入力、2 ステップ打ち込みの演奏データの記録にも XGworks4.0 を用いる。いずれの入力においても音源は YAMAHA の MU2000 を使用する。2 ステップ打ち込みの音高列の記録と CiP のシステムは、SGI Indy ワークステーション上で実行される。

CiP の構成を図 1 に示す。CiP では、演奏中キーボードから Indy に入力される Note on/off メッセージの Note ナンバーのみを、あらかじめ Indy に入力しておいた音高列データ中の音高値で順に差し替えて出力し、音源に入力する。この結果、どの鍵盤を押してもあらかじめ設定されている曲を演奏することができ、しかも鍵盤操作で入力される各種の演奏表現はすべて保存される。現在、CiP は単旋律のみ扱える。また打鍵から 50msec 以内に行われた打鍵には反応しないようにすることで、ミスタッチに対応している。

2 ステップ打ち込みとは、音高列の入力を第 1 ステップ、CiP によるその音高列データの演奏と記録を第 2 ステップとすることで演奏データを作成する方法である。第 1 ステップでは、リズムを無視して音高のみ入力する。第 2 ステップでは、CiP を利用して第 1 ステップで入力した音高列を演奏することにより、リズムと強弱、細かい速度の変化といった表情付けに相当するデータの入力を行う。

第 1 ステップにおける音高列の入力は、1 音ずつ鍵盤を弾くことによって行う。1 音入力するごとに Indy の画面には、何個目の音であるか、音名、オクターブといった情報が表示される。入力を間違えた場合は、ジョイスティック (ピッチベンドホイール) を左右どちらかに倒すことで直前の音を 1 つずつ削除することができる。その際、画面には"−−delete−−"と表示される。楽譜の最後まで音高データが打ち込めたら、データをファイルへ保存し、音高列の入力は終了となる。現在、音高列の入力は単旋律のみ扱える。また打鍵から 70msec 以内に行われた打鍵には反応しないようにすることで、ミスタッチに対応している。

2.2 評価実験の方法

はじめに、2 ステップ打ち込みと比較を行う 2 つの入力方法について、簡単に説明を行う。

リアルタイム入力とは、キーボードで弾いた演奏をそのまま MIDI データとして記録するという形で演奏データを作成する方法である。途中で間違えたり、思い通りの表情付けができなかったなど、作成したデータに満足できない場合は曲の最初から弾きなおすことになる。リアルタイム入力

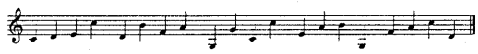

図 2: 譜読み能力テストに用いた楽譜

では、メロディ、リズム、音の強弱細かい速度の変化の全てを一度に入力することになる。

ステップ入力とは、パソコンのシーケンスソフトを用いて、パソコンのキーボードやマウスでMIDIデータを作成する方法である。実験では入力方式としてピアノロールを用いた。ピアノロールは、音符を帯状のオブジェクトとして表現し、それらを画面に配置していくことで演奏を作成するタイプのステップ入力である。ピアノロール方式による入力では、多くの場合、まずメロディとリズムを入力し、その後音の強弱や細かい速度の変化といった表情付けに相当する入力を行う。

なお、リアルタイム入力とステップ入力には、VAIO上で動作するXGworks4.0を使用し、音源はMU2000を用いる。また、リアルタイム入力用のキーボードにはKARMAを使用する。

評価実験には被験者として、著者らが所属する大学院大学の学生14名と金沢工業大学の学生4名の計18名を採用した。

実験前に音楽基礎能力テストを行った。これは被験者の音楽の基礎能力を知るためのもので、1. 譜読み、2. リズム打ち、3. 運指、という3点の能力についてテストした。1. では、提示した楽譜(図2)の音読、視奏のそれぞれについて要した時間とミスの回数を計測した。2. では、本実験の課題曲である「赤とんぼ」の最初の3小節のリズム(図3)を1小節ごとに提示し、正しくリズムが打てたか否かを評価した。3. は、11度の範囲の鍵盤上に1〜6の番号を6つの鍵に記し、これらを順にレガートで弾くというもので、指をくぐらせたかどうかを評価した。

実験では、山田 耕作 作曲の「赤とんぼ」(図4)の演奏を入力することを求めた。この曲を選んだのは、演奏の表現も含めて良く知られているという理由による。いずれの被験者も「赤とんぼ」を熟知している。

実験では、3つの方法(リアルタイム入力、ステップ入力、2ステップ入力)で演奏データの作成を行った。実験前に無伴奏の「赤とんぼ」の歌[5]を聞かせ、できるだけその表情に近い演奏データを作成するように指示した。入力作業の制限時間

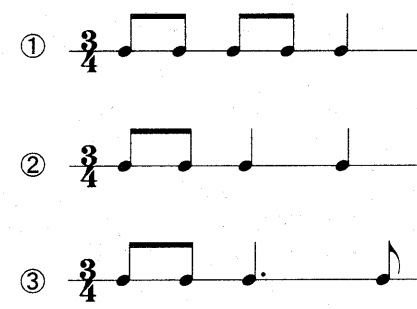

図 3: リズム打ち能力テストに用いたリズム譜

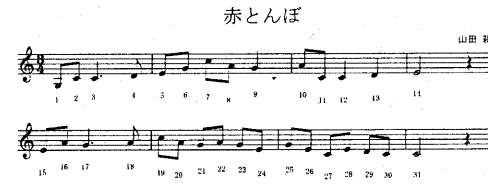

図 4: 本実験用課題曲

は各入力方法について30分である。ただし、制限時間に満たなくても、被験者が出来上がったデータに満足できたならば終了してよい。入力作業を行う順番は被験者ごとに変更した。

なお、それぞれの入力方法について被験者に理解してもらうため、入力作業開始前に説明を行い被験者は簡単な練習を行った。リアルタイム入力と2ステップ入力では、練習として「メリーさんのひつじ」の最後の4小節(図5)をそれぞれの方法で入力した。ステップ入力では、「赤とんぼ」の入力作業に必要な最小限の要素を盛り込んだ練習課題(図6)を入力した。

すべての入力作業を終えた後にアンケートを行った。各入力作業における、メロディ(音高)、リズム、細かい速度の変化、音の強弱について、5段階で満足度(5が最も満足)と難易度(5が最も難しい)を評価した。また、3つの入力作業におけ

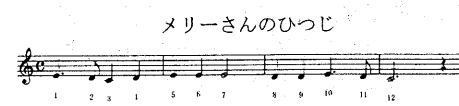

図 5: リアルタイムと2ステップ入力の練習課題

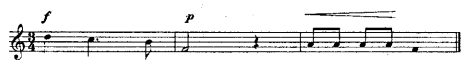

図 6: ステップ入力練習用の課題曲

る精神的負担について 5 段階評価 (5 が最も負担が大きい) をした。最後に被験者の音楽経験とパソコンでの MIDI データの作成経験を回答した。

3 結果

3.1 評価実験の結果

2 ステップ打ち込み、リアルタイム入力、ステップ入力についての評価の平均値を比較した。

表 1 に 2 ステップ打ち込みとリアルタイム入力のアンケート結果それぞれについて平均値と t 値を示す。2 ステップ打ち込みはリアルタイム入力に比べて、メロディとリズムの入力の難易度において 1%水準で有意に易しく感じたことが示された。メロディの出来具合は 5%水準で有意に満足していることが示された。細かい速度の変化と強弱の変化の入力の難易度において 5%水準で有意に易しく感じたことが示された。入力作業の精神的負担については、5%水準で有意に負担ではないことが示された。リズム、細かい速度の変化、強弱の変化の出来具合は、10%水準で有意に満足していることが示された。

以上の結果から、2 ステップ打ち込みがリアルタイム入力より易しく感じ、満足の得られる演奏データを作成することができ、その上作業における精神的負担も小さいことが示された。

表 2 に 2 ステップ打ち込みとステップ入力の平均値の比較と t 値を示す。2 ステップ打ち込みはステップ入力に比べて、メロディと細かい速度の変化の入力の難易度において 5%水準で有意に易しく感じたことが示された。細かい速度の変化の出来具合は 5%水準で有意に満足していることが示された。入力作業の精神的負担については 5%水準で有意に負担でないことが示された。強弱の変化の入力の難易度は 10%水準で有意に易しく感じたことが示された。強弱の出来具合は 10%水準で有意に満足していることが示された。ただし、メロディの満足度とリズムの難易度、満足度に関しては有意な差は認められなかった。

以上の結果から、2 ステップ打ち込みはステップ入力よりメロディの入力が易しく、細かい速度の変化と音の強弱の入力は、易しくて満足度が高いことが示された。また、作業における精神的負担も小さいことが示された。

表 3 は、音楽基礎能力の 2 ステップ打ち込みにおける難易度、満足度への影響を調べるための重回帰分析の結果である。

細かい速度の変化の入力が難しいと感じた人は、譜読みの音読テストの成績が低いが、リズム 2 のテストの成績が高く、かつ MIDI の入力経験がない人であった。

細かい速度の変化の出来具合に満足した人は、譜読みの音読テストの成績が高いが、リズム 2 のテストの成績が低く、かつ MIDI の入力経験がない人であった。

表 1: 2 ステップ打ち込みとリアルタイム入力との平均値

	メロディ		リズム	
	難易度	満足度	難易度	満足度
2 ステップ平均値	1.89	3.22	2.22	3.39
リアルタイム平均値	3.44	2.56	3.67	2.83
t 値	3.50***	−2.13**	3.71***	−1.82*

	細かい速度の変化		音の強弱		精神的負担
	難易度	満足度	難易度	満足度	
2 ステップ平均値	2.50	3.17	2.44	3.28	2.28
リアルタイム平均値	3.44	2.50	3.56	2.56	3.22
t 値	2.88**	−2.06*	2.60**	−2.06*	2.12**

* は 10%,** は 5%,*** は 1%水準の両側 t 検定で有意

表 2: 2 ステップ打ち込みとステップ入力との平均値

	メロディ		リズム	
	難易度	満足度	難易度	満足度
2 ステップ平均値	1.89	3.22	2.22	3.39
ステップ平均値	2.72	3.28	2.50	3.00
t 値	−2.29**	−0.17	−0.68	1.07

	細かい速度の変化		音の強弱		精神的負担
	難易度	満足度	難易度	満足度	
2 ステップ平均値	2.50	3.17	2.44	3.28	2.28
ステップ平均値	3.72	2.33	3.28	2.61	3.33
t 値	−3.33**	3.39**	−1.87*	1.94*	−2.29**

* は 10%,** は 5%,*** は 1%水準の両側 t 検定で有意

表 3: 重回帰分析の結果

	2 ステップ打ち込み	
	細かい速度の変化	
	難易度	満足度
偏回帰係数		
定数	2.111	4.634
譜読み (音読)	−1.074*	0.833
リズム 2	1.778*	−1.927*
鍵盤経験	-0.333	0.248
MIDI 入力	-0.556	−0.891*
R^2	0.560	0.567
F	4.129*	4.248*

* は 5%水準で有意

4 考察

結果から被験者は、リアルタイム入力、ステップ入力と比較して、2ステップ入力を難易度が低く感じ、高い満足度を得る傾向があった。このことから、2ステップ打ち込みは多くの人に受け入れやすい入力方法だといえる。その理由として、入力を2段階に分けることにより、リアルタイム入力で必要とされるような技術的な敷居の高さと、ステップ入力の演奏の表情付け作業の大変さという問題点を排除していることが挙げられるだろう。それにより、自分なりのイメージに近い演奏を作成することができる。

2段階に入力を分けたということは、音楽の要素のうち、音高とそれ以外の表情付けに関する複数の要素にわけたことを示している。さらに、ステップ入力と違い、表情付けに関する複数の要素を個々にではなく同時に入力している。表情付けに関する要素は本来お互いに連携されているものであり、要素間のバランスが重要である。それらの微妙なさじ加減には、いわゆる「暗黙知」[6]が含まれており、演奏によって多彩さを生み出す要因といえるであろう。よって、演奏経験を問わず多くの人に対して、演奏における表情付けの表出を支援する際には、個人に依存しない要素(音高)と個人に依存する表情付けの要素(細かい強弱、速度、リズム等)に分けて、なおかつ、後者を同時に操作できるシステムとして構築することが重要であると考える。本稿で考案した2ステップ打ち込みは、この音楽の持つ特徴に配慮した入力手法となっているため、様々な音楽的能力を持つ経験者全般に好意的に受け入れられたのだと思われる。

5 関連研究

現在主にMIDIデータの作成に利用される方法としては、ノーテーション、ピアノロール、リストがある。ノーテーションは楽譜と同じような形式で、画面上に音符を配置することで演奏を作成していく方法である。音符が読めなくても、楽譜に書かれた音高をそのまま入力することで、演奏データを作成することができる。しかし、細かい速度の変化を表現しようとすると、楽譜の表示が大きく崩れてしまうため、演奏の細かい表情付けには向かない。ピアノロールは、音符を帯状のオブジェクトとして表現し、それらを画面に配置していくことで演奏を作成する。画面の縦軸は音の高さに対応し、横軸は音の鳴るタイミングや音の長さに対応している。リスト形式の入力は、音高、音長、音の強弱などの演奏情報について数値データを並べていくことで作成する方法である。ピアノロールやリストからの入力は、演奏の細かな表情付けが可能であるが、その入力作業は大変である。上に挙げた入力方法は、XGworks [3] やSONAR(Cakewalk) [4] といったシーケンスソフトで利用することができる。MML(Music Macro Language) 形式の入力方法 [9][10] は、"ドレミ"や"cde"などのように、テキスト形式で記述したものをコンパイルして演奏データを作成する方法である。非常に細かい編集が可能であるが、演奏の微妙なニュアンスの表現には向かない。

「Magicbaton」[7] はMIDIファイルを演奏の入力とし、マウスを指揮棒に見立てて、テンポやボリュームをコントロールすることができる。このソフトで可能なのはMIDIデータの加工であり、演奏データそのものを作成するわけではない。従って、元になる演奏データ自体はあらかじめ別の入力方法で作成しておかなければならない。「ブラボーミュージック」[8] では、ボタンの押されたタイミングと強さによって、テンポや音量をコントロールすることで指揮的演奏表現を楽しむことができるゲームである。「Two Finger Piano」[11] は両手指1本の打鍵動作で、テンポや音量などの指揮的な演奏表現感覚を楽しむことのできるトイシステムである。これらの3つのシステムで行われているのは拍単位の演奏制御である。また、制御可能なものとして扱っている音楽的要素も、テンポや音量といった限られたものである。一方、2ステップ打ち込みでは、音符単位で演奏制御を行い、メロディ、リズム、音の強弱、細かい速度の変化など、基本的に表情付けに必要なすべての音楽要素を扱うことができる点で、他のシステムとは大きく異なっている。

6 おわりに

新しいMIDIデータの作成方法としてColoring-in Pianoを用いた2ステップ打ち込みを提案し、その有効性について検証した。

実験のアンケートを分析した結果から、リアルタイム入力やステップ入力といった従来の入力方

法と比べ、多くの点で2ステップ打ち込みが有効であることがわかった。

これまでは、演奏データを作成する人が理想の演奏イメージを持っていたとしても、リアルタイム入力やステップ入力といった方法ではその演奏イメージをを作成するデータに反映させることは非常に困難であった。しかしこれからは、2ステップ打ち込みにより演奏イメージを表現した演奏データの作成がしやすくなったといえる。

現在の CiP は単旋律の演奏にしか対応していないため、入力できる曲も単旋律のものに限られている。この点については今後の CiP の改良により改善されるだろう。

本稿の分析は、音楽基礎能力テストとアンケートの結果から行った。今後は、それぞれの方法で入力された演奏データや、作業に要した時間も考慮した分析を行い、さらに2ステップ打ち込みの有効性を示していきたい。

参考文献

[1] 大島 千佳, 西本 一志: 離鍵動作の変化に基づくピアノレッスンの分析, 情報処理学会研究報告 2001–MUS–41 : 21–26,2001.

[2] 大島 千佳, 宮川 洋平, 西本 一志: Coloring-in Piano:表情付けに専念できるピアノの提案, 情報処理学会研究報告 2001–MUS–42 : 69–74,2001.

[3] YAMAHA:XGworks, http://www.yamaha.co.jp/product/syndtm/p/soft/xgwv4w

[4] EDIROL:SONAR, http://www.roland.co.jp/products/dtm/Sonar.html

[5] 豊田 喜代美 (唄), 森本 恵太 (ハーモニカ): 無伴奏による日本の唱歌, ビクターエンタテインメント株式会社,VICC-169.

[6] マイケル・ポラニー:暗黙知の次元, 紀伊国屋書店,1980 .

[7] PFU:Magicbaton, http://www.swan.ne.jp/magicbaton

[8] SCEI:ブラボーミュージック, http://www.scej.jp/bravoes/

[9] サクラ, http://www.text2music.com/tools/sakura

[10] SPICE, http://gorry.haun.org/spice

[11] 上田健太郎, 平井重行, 片寄晴弘, 井口征士: Two Finger Piano の改良, インタラクション 2000 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2000,No.4,2000.