

ゲーム的要素を取り入れた 鍵盤楽器習熟支援システム

尾崎昭剛[†] 原尾政輝[†]

楽譜を用いた鍵盤楽器の練習を行う際、五線譜から音符を読み取り、対応する鍵盤を探すという作業が不可欠である。しかし、楽譜、楽器双方に不慣れな音楽初心者にとっては困難な作業であり、演奏習得を行うための意欲を失わせる原因の一つとなっている。そこで、本研究では、ゲーム的要素によりユーザが遊び感覚で気軽に練習をできる環境の構築を目的とする。

A Keyboard Practice Support System with Game Elements

Shogo Ozaki[†] and Masateru Harao[†]

It is necessary to read the score and search a key for the performance of the keyboard. However, to read score is difficult for beginners, so it is one of the causes losing morale. We propose a keyboard practice support system with game elements.

1. はじめに

鍵盤楽器で演奏する楽曲は五線譜で記述されている事が多いため、練習を行おうとする演奏者は、五線譜から音符を読み取り、対応する鍵盤を探すという作業が不可欠である。しかし、楽譜、楽器双方に不慣れな音楽初心者にとっては困難な作業であり、演奏習得を行うための意欲を失わせる原因の一つとなっている。

これまでに器楽演奏を支援するシステムが研究されており 1)-5)、その中には練習を支援するものも提案されている 3)-5)。しかし、これらのシステムは、演奏そのものを支援したり、楽曲の演奏習得のための支援を行ったりするなど、ユーザにある程度の音楽技能を想定している。

本研究では、楽器、五線譜に不慣れな音楽初心者が、音符を読み取り、正しい打鍵位置を探す、という練習を支援するシステムの提案を行う。一般に、楽譜の読み取りと打鍵位置の探索は、単調な作業な作業の繰り返しになりがちである。また、この作業だけで楽曲の演奏ができるようになるわけではないため、いわゆる音楽的な楽しさを伴わず、達成感を得にくいという問題がある。そこで、本研究では、ランダムに構成された楽譜上の音符の打鍵位置を探す練習を、時間、到達度、正確性といった要素で点数付けを行うというゲーム的要素により、ユーザが遊び感覚で、自分の達成度を確認しながら「速く、正確に演奏する」ことを習得できる環境の構築を目的とする。

本論文では、実装した機能を解説し、実際の練習者を対象とした実験を行い、システムの有用性に関する検証を行う。

2. システムの概要

本システムは楽器、楽譜に不慣れな初心者が、五線譜上の音符を読み取り、対応する鍵盤を探す過程の練習を支援することを目的とする。ユーザの演奏入力には MIDI 対応キーボードを使用し、システムの演奏出力も MIDI 信号により行う (図 1)。

支援のための機能については次章で述べるが、本システムは、MIDI 入力された演奏情報と楽譜情報を元に、画面描画、MIDI 演奏出力を行う。楽譜データは、今回はランダム生成されたものを用いているが、必要に応じて外部から固定のファイルを読み込むこともできるようになっている。画面描画は、入力もしくは生成された楽譜情報から、五線譜上に音符を描画する。また、#、b 等の記号も扱うことが出来る。今回は、ハ長調、ト長調、ニ長調の楽譜を用いているが、初心者に分かりやすいように、すべて臨時記号として#の描画を行っている。

[†] 崇城大学情報学部情報学科
Sojo University Faculty of Computer and Information Sciences Department of Computer and Information Sciences

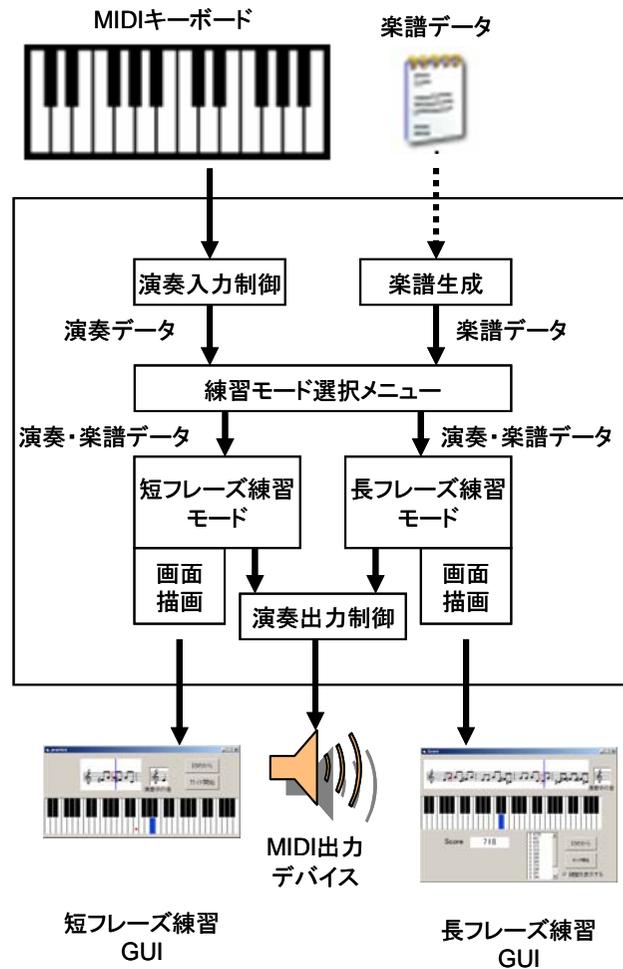


図 1 システムの構成

本システムでは、ユーザの演奏状況に合わせて鍵盤位置の表示、五線譜上の位置表示といった支援を行うため、演奏と楽譜のマッチングによる演奏の現在位置の認識が必要である。これまでも、伴奏システムや練習支援システムに認識アルゴリズム

1)2)3)5)6)が知られているが、本システムのように、練習途上のユーザを対象とする場合には、演奏誤りが発生しても、正しい位置を認識することが求められる。これまでの手法でも、演奏誤りに対処したものが提案されている 3)6)。しかし、これら手法ではシステムの構造が複雑になり、さらに、ユーザが一部の音符を演奏しないまま先に進んでしまうと、進んだ位置を認識してしまうため、分からない音符を飛ばすことが可能になるという問題がある。そこで、本システムでは、練習のために「演奏を間違っても、楽譜上の全ての音符を演奏する」ということをユーザに求め、「楽譜情で次に演奏すべき音が入力されたら位置を次に進める」という、非常に単純な位置認識手法を用いる。次に演奏すべき音以外の音が入力された場合には、演奏誤りとし、位置は進めずに待機する。

3. 練習サポート機能

本システムは、大きく分けて以下の2つの支援機能を持つ。

3.1 短フレーズ練習機能

短フレーズ練習では、五線譜に慣れるために6音からなる短い楽譜を対象に練習を行う。本機能のGUIを図2に示す。練習に用いる音符は、ピアノ主音階のド～シの中からランダムに6つ選択され、五線譜上に八分音符で表示される。また、白鍵だけではなく、黒鍵もある程度使うように、調性がハ長調、ト長調、ニ長調の3つの中からランダムで選択される。

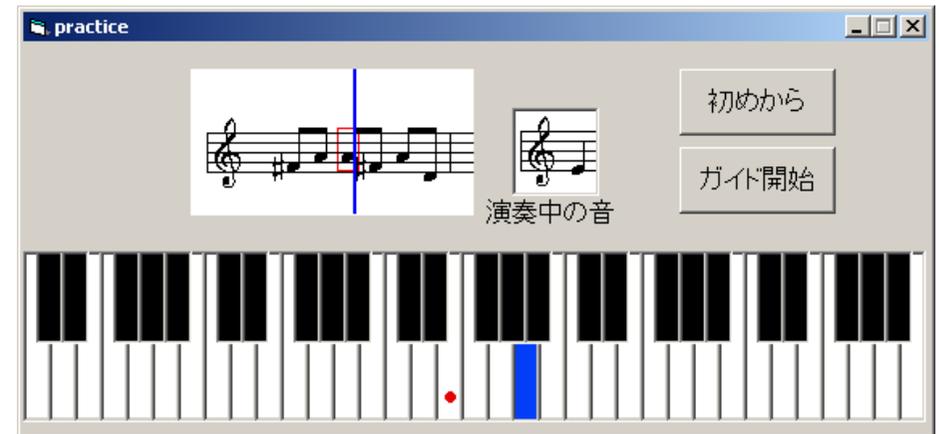


図 2 短フレーズ練習機能の GUI

本機能では、五線譜による楽譜、演奏情報の表示、鍵盤グラフィックによる次演奏音と演奏中の音の表示、楽譜全体を通じたガイド機能といった支援機能を持つ。

(1) 五線譜による楽譜・演奏情報の表示

練習中の楽譜を表示し、次に演奏する音符をラインで示している。演奏中にユーザが誤った位置を打鍵した時には、演奏誤りとして音符に赤い枠を表示して通知する。

(2) 五線譜による演奏音表示

ユーザが打鍵中の音高を、五線譜上の音符として表示する。鍵盤グラフィックによる情報表示があると、初心者は鍵盤ばかりを見て、楽譜を見ようとしないう可能性がある。そのため、本表示により、演奏中の音高を五線譜として確認できるようにする。

(3) 鍵盤グラフィックによる次演奏音・打鍵音表示

鍵盤のグラフィック上に、次に演奏する位置（全て色が変わっている鍵盤）、現在打鍵中の鍵盤（●が付いている鍵盤）を表示する。音高を耳で判別できないユーザは、誤った位置を打鍵しても気づかない可能性があるが、本表示により正しい位置、打鍵中の位置を視覚的に確認することができる。

(4) 楽譜全体のガイド機能

現在練習中の楽譜がどのような音であるのかを、システムがお手本として演奏する。本機能によるガイドとしては、MIDI 出力を用いた発音に合わせて、五線譜と鍵盤グラフィック上に演奏位置を表示する。これにより、ユーザは練習を始める前に正解の打鍵順を確認することができるようになる。

3.2 長フレーズ練習機能

長フレーズ練習機能では、24音からなる楽譜を用いて練習を行う。図3に長い負レズ練習機能の GUI を示す。

本機能では、短フレーズ練習機能の支援に加えて、練習者の演奏の採点機能を持つ。採点は、「速く、正確にすべての音符を演奏する」という尺度から、

- p: 到達率。楽譜全体のうち、演奏が到達した割合 (%)。
- s: 正解打鍵率。ユーザの全打鍵数のうち、正しい鍵盤が打鍵された割合 (%)。
- t: 演奏時間。第1音が演奏されてからの経過時間 (秒)。

$$\text{点数} = \frac{p \times s}{t} \quad (1)$$

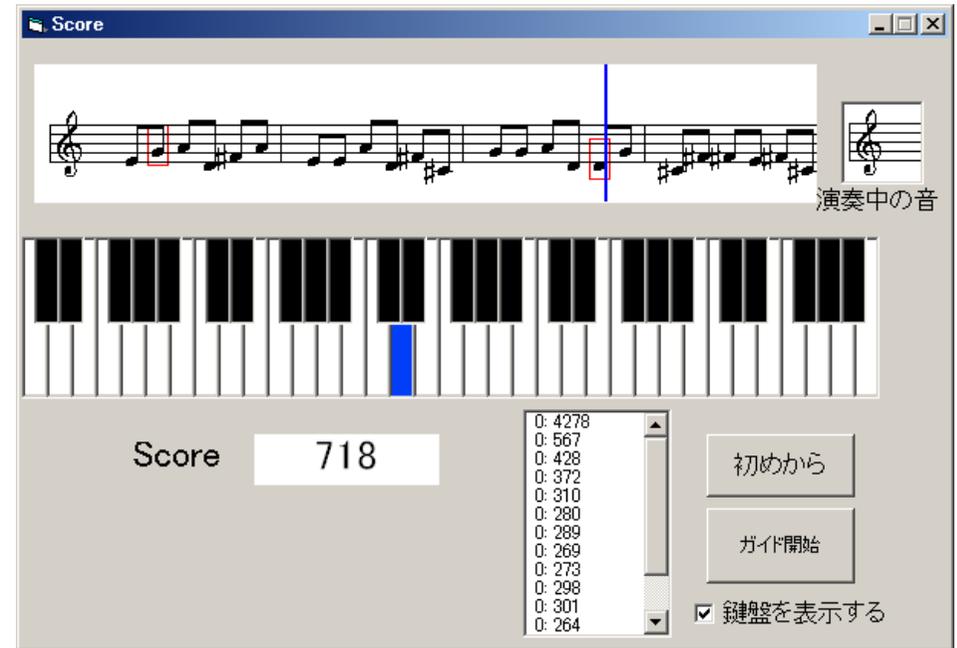


図3 長フレーズ練習機能の GUI

という式を用いる。本機能でも、短フレーズ練習機能と同様に、一度ユーザが鍵盤グラフィックの支援の下で最後まで演奏を終えると、鍵盤グラフィックが非表示になり、次回以降は楽譜と五線譜による演奏音の確認を行いながら練習を行うようになっている。

3.3 練習の流れ

本システムを利用した練習は、まず、6音だけの短い楽譜を用いて五線譜と鍵盤の対応を確認し、次に24音の楽譜を用いて演奏し、点数を付けることで達成度を確認する、という流れになる。詳細な手順は以下の通りである。

(1-1) 短フレーズ楽譜の鍵盤位置の確認

6音からなる楽譜を元に、五線譜上の音符と鍵盤の位置をガイド、鍵盤グラフィック等を用いて確認を行う。

(1-2) 短フレーズ楽譜の鍵盤グラフィックを使った練習

五線譜上の音符の位置と鍵盤グラフィック上の位置表示を確認しながら、実際にキーボードで演奏を行い、正しい鍵盤位置を確認する。

(1-3) 短フレーズ楽譜の五線譜を使った練習

鍵盤グラフィックが非表示になっている状態で、キーボードで演奏を行い、楽譜の音符と五線譜による演奏音表示を比べながら、正しい鍵盤位置を確認していく。

(2-1) 長フレーズ楽譜の鍵盤位置の確認

24音からなる楽譜を元に、五線譜上の音符と鍵盤の位置をガイド、鍵盤グラフィック等を用いて確認を行う。

(2-2) 長フレーズ楽譜の鍵盤グラフィックを使った練習

五線譜上の音符の位置と鍵盤グラフィック上の位置表示を確認しながら、実際にキーボードで演奏を行い、正しい鍵盤位置を確認する。この際、できるだけ速く、正確に演奏を進めることを心がけ、演奏結果は(1)式に基づいた点数が表示される。ユーザは自分の間違い位置、演奏時間、正解打鍵率を参考にしながら繰り返し練習を行う。

(2-3) 長フレーズ楽譜の五線譜を使った練習

鍵盤グラフィックが非表示になっている状態で、キーボードで演奏を行い、楽譜の音符と五線譜による演奏音表示を比べながら、正しい鍵盤位置を確認していく。

(2-2)と同様に採点が行われ、ユーザは点数を指標として自らの上達度を確認し、繰り返し練習を行う。

ユーザは自身の技量に応じて以上の(1-1)～(2-3)を必要に応じて繰り返しながら、練習を行うというのが、想定される使用法となる。

4. 実験と考察

本システムの有用性を検証するための検証実験を行う。実験は、楽器未経験の被験者8名を対象に実施する。被験者8名のうち4名ずつA群(被験者A～D)、B群(被験者E～H)に分け、A群はシステムのサポート無しで、B群はシステムのサポート有りの状態で20分間の練習を行う。そして、練習の前後で確認試験を行い、どれだけ上達しているかを比較する。確認試験用の楽譜はピアノ主音階内からランダムに生成した、八分音符24音からなるものを、全員共通に用いる。詳細な条件は以下の通りである。

- ・確認試験：五線譜で記述された楽譜を用いる。練習中に鍵盤の順番を暗記できないよう、練習前の試験と練習後の試験では、別の楽譜を用いる。また、試験の際には、B群の被験者4名も、一切の支援を受けずに演奏を行う。

- ・練習：それぞれの群の被験者4名ずつが、同じ部屋の中で同時に練習を行う。練習のやり方については個人に任せ、指示は行わない。ただし、同じ群の被験者同士の情報交換は禁止しない。A群の被験者は、練習前試験に用いた楽譜と、ピアノ主音階の音符と鍵盤位置を図に示した紙面を参照しながら練習を行う。B群の被験者は、A群に配布した紙面に加え、本システムの全支援機能を利用することができる。

表1 確認試験の正解率推移 (A群)

被験者	正解率(%)		上昇率(%)
	練習前	練習後	
A	25.0	73.3	193
B	52.6	100	90.0
C	50.0	60.0	20.0
D	17.1	47.8	180

表2 確認試験の演奏時間推移 (A群)

被験者	演奏時間(秒)		短縮率(%)
	練習前	練習後	
A	79.8	53.9	32.5
B	64.8	72.5	-11.9
C	90.0	82.4	8.48
D	62.2	107	-72.5

表 3 確認試験の正解率推移 (B 群)

被験者	正解率(%)		上昇率(%)
	練習前	練習後	
E	100	94.1	-5.88
F	100	100	0.00
G	100	96.0	-4.00
H	23.5	100	325

表 4 確認試験の演奏時間推移 (B 群)

被験者	演奏時間(秒)		短縮率(%)
	練習前	練習後	
E	48.8	29.5	39.6
F	22.0	16.9	23.0
G	94.2	32.9	65.1
H	84.2	77.8	7.58

表 1, 3 より, サポートの有無に関わらず, 大半の被験者で正解率が上昇していることが分かる. しかし, 本実験では 8 名を無作為に A 群, B 群に割り振ったものの, B 群の被験者は 4 名中 3 名が練習前の演奏で正解率が 100%となっているため, 正解率の上昇が抑えられる原因となっている.

被験者 E, G の 2 名は, 練習後の練習で演奏誤りが発生し, 逆に正解率が悪化している. これは, システムの支援ありの被験者は, 練習中には (1) 式に基づく点数を参照できるが, 被験者 E, G の 2 名は練習前の試験演奏で既に正解率が 100%であるため, 時間の短縮を試みたものと思われる. このことは表 4 より, この 2 名の被験者の演奏時間は 39.6%, 65.1%と, 全被験者の中でも最も短縮率が高くなっていることから, 明らかである.

表 2, 4 より, 演奏時間についてはシステムの支援ありの B 群の方が明確に短縮されていることが分かる. A 群の被験者は, 正確な音高を探すことを意識するあまり, 練習前後でかえって遅くなっていると思われる. それに対し, B 群では, 先に挙げた被験者 E, G のように, 点数を上昇させるために時間を短縮することを意識し, その結果をシステムにより確認できることから, 全員が時間の短縮を達成できたと考えられる.

以上の点より, 本システムで提案する支援機能は, ある程度有効な支援が出来てい

ると考えられる.

5. おわりに

本論文では, 音楽初心者が五線譜を読み取り鍵盤を演奏する練習を支援するためのシステムの提案を行った. 実装したシステムの利用者による検証実験を行い, ある程度有用であることを確認した. しかし, 今回の実験では一人 20 分だけの練習 1 回だけで, 非常に短時間のものであるため, 今後は長期間の継続的な効果を検証することが課題である. また, 練習に用いる楽譜は完全にランダム生成したものであるため, 楽曲としては意味の無いものであったが, 今後はある程度のコード進行を決めて, その中で展開させるなど, 音楽的な意味づけのある練習用楽譜とすることも, 検討課題として挙げられる.

参考文献

- 1) R.B.Dannenberg, "An On-Line Algorithm for Real-Time Accompaniment," Proc of ICMC, pp. 193-198, 1984.
- 2) Bloch, J.J. and R.B.Dannenberg, Real-Time Computer Accompaniment of Keyboard Performances, Proc of ICMC, pp. 279-289, 1985.
- 3) 大島千佳, 西本一志, 鈴木雅実: 家庭における子どもの練習意欲を高めるピアノ連弾支援システムの提案, 情報処理学会論文誌, 「知の共有から知の協創へ」特集号, Vol.46, No.1, pp.157-171, 2005
- 4) YAMAHA: ひいチャオプレーヤ
<http://www.yamaha.co.jp/product/piano-keyboard/net/pc/ciao/index.html>
- 5) 尾崎昭剛, 原尾政輝, 初心者のための鍵盤楽器独習支援システムの開発, 日本音響学会 音楽音響研究会資料 Vol.27 No.4, pp.19~24, 2008.
- 6) 尾崎昭剛, 原尾政輝, 複数パートに対応可能な演奏現在位置解析アルゴリズム, 人工知能学会 第 76 回 人工知能基本問題研究会, pp.49-54. 2010.