

# 運指認識技術を活用したピアノ演奏学習支援システムの構築

竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦

山内 拓海

情報システム工学科

2023 年 4 月 27 日

## 背景

ピアノ演奏ではさまざまな技術が求められ、それらの修得には長期間の基礎的な訓練を必要とする。ピアノ演奏には多大な時間と労力が必要である。演奏初期段階における敷居を下げようとするものはいくつか存在するが効率的な運指学習は行えなかった。

## 本研究の目的

演奏初期段階における打鍵位置や運指の習熟を高めるピアノ演奏学習支援システムの構築を目的としている。

## システム設計

(1) ユーザの動作をできるだけ妨げずにカメラを用いて運指を取得し、(2) 作業対象の特徴を表すルールを適用することで認識精度を高めると同時にリアルタイムに処理を目指した運指認識システムを構築してきた。



(a) 表 1

## システム設計

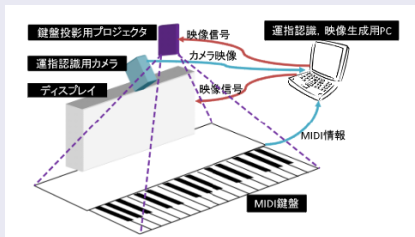
(1) に関しては, 提案システムではカメラを用い, 各指の爪に貼り付けたカラーマーカの画像処理から運指取得を行う. (2) に関しては, ある指が他の指を隠し足りた場合には一例として「親指以外の指の交差は生じない」というルールを適用することで, 表2に示すように, 打鍵された「ラの鍵」上のマーカが判別できなかったとき, 「ファの鍵」上にある4㉔のマーカから5㉔の指で打鍵していると補正できる.



(a) 表 2

## 演奏支援方法

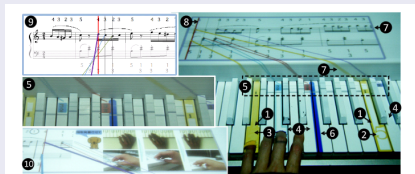
ディスプレイにコンテンツを提示するモードをフロントモード、プロジェクタを利用し鍵盤上や鍵盤付近にコンテンツを提示するモードをダイレクトモードとする。



(a) 表 3

## 提示コンテンツ

1. フロントモードでは、カメラでキャプチャしたライブ映像にコンテンツを重畳させる．一方、ダイレクトモードでは MIDI 鍵盤上にコンテンツを直接投影し、次に打鍵する鍵の輪郭を囲むコンテンツを提示する．
2. 運指情報は、運指番号ごとに対応している輪郭の色や、鍵上に運指番号を提示する．
3. 正解運指が打鍵鍵上にある場合、その打鍵鍵全体が塗りつぶされる．
- 4-10. 省略



(a) 表 4

## 対象者と内容

演奏初期段階（ピアノ初心者が初見の楽曲に対して運指や打鍵位置を覚えるために練習している段階）における提案システムの習熟の速さを片手演奏についてそれぞれ評価した。なお、習熟の速さを打鍵ミス数および運指ミス数から評価した。

## ミス数の数え方

打鍵ミスは誤打鍵（間違えて打鍵した場合：表 5(a)），未打鍵（打鍵しなかった場合：表 5 (b)），余打鍵（余分に打鍵してしまった場合：図 10 (c)）をミスと見なしている。また、運指ミスは指示された指で打鍵していなければミスと見なし（表 5(d)），誤打鍵や余打鍵であっても指示された指で打鍵していれば正解とし（表 5 (e)），未打鍵時も運指ミスとしてカウントしない（表 5 (f)）

【正しい演奏】

## 演奏に必要なだった情報

実験終了後、表 6 に示す演奏に必要なとした情報について最大 5 個まで選択し順位付け（小さい数字ほど必要度が高いことを示している）してもらい、自由記述形式のアンケートも合わせて記入してもらった。

実験初期		フロントモード				ダイレクトモード			
被験者		A	B	C	D	E	F	G	H
物理的	鍵盤*	3				-	-	-	-
	楽譜（紙媒体）上の音符					5		4	
	楽譜（紙媒体）上の運指							5	5
仮想的	鍵盤上の矢形	1	1	2	1	2	2	1	2
	鍵盤上の運指番号	2	2	1	2		1	3	1
	楽譜上の音符					3	4	4	4
	楽譜上の運指					5	1	5	3
	音符と鍵を結ぶ線					4	3	3	2

実験末期		フロントモード				ダイレクトモード			
被験者		A	B	C	D	E	F	G	H
物理的	鍵盤*	4				-	-	-	-
	楽譜（紙媒体）上の音符	5				5		1	2
	楽譜（紙媒体）上の運指							2	1
仮想的	鍵盤上の矢形	1	2	1	1	2	2	4	4
	鍵盤上の運指番号	2	1	2	3		1	5	3
	楽譜上の音符	4			2	4	3		
	楽譜上の運指					5	1	4	5
	音符と鍵を結ぶ線	3	3		4	3	5	3	

(a) 表 6



## 打鍵ミス数および運指ミス数

ダイレクトモードの打鍵ミス数および運指ミス数が最も少なく，光る鍵盤モードの打鍵ミス数および運指ミス数がともに最も多くなった．さらに，フロントモードとダイレクトモードの運指ミス数以外は，有意水準 5

	打鍵ミス数		運指ミス数	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
フロントモード	19.5	11.4	4.0	5.4
ダイレクトモード	2.8	2.2	0.5	1.0
光る鍵盤モード	32.0	5.4	36.8	10.2

(a) 表 7

## 候補鍵

候補鍵上に正運指がセットされたことを通知する機能に関しては「指を動かさなくてもよいことが分かり打鍵の補助となった」というコメントが得られ有用性が確認できた一方、「打鍵鍵の表示と混乱してしまう」というコメントが得られた。

## 運指補正機機能

提案手法を利用している被験者は逐次運指チェックをうけることで修正されていった。加えて「弾きにくかった和音は、実験が進むにつれ慣れてきて最終的に違和感なく演奏できるようになり、指示されている運指で弾くことで、以降の演奏をスムーズに行えるようになった」というコメントが得られた。

## まとめ

評価実験により, 提案手法の 2 つの機能で有用性が確認できた.

## 今後について

画像認識や音楽に関係のある研究に興味をもてた.  
自分の研究への活かし方がわからない.