

ピアノ演奏における前腕位置修正支援手法の提案

A new method to assist learning the correct forearm position in piano playing

小林 翔太[†]
Shota Kobayashi

中平 勝子[†]
Katsuko T Nakahira

1 はじめに

近年、技能教育にICTを利用する試みが多くなされている。一例として、高橋ら[1]は、地域伝統舞踏学習にICTを取り入れ、「動作の流れ」学習を支援するシステムを提案している。こうしたパフォーマンスアートに対する教育支援は今後の重要な課題のひとつとなり得るが、その基礎研究は未だ少ない。

本稿では、教育現場でも多く取り上げられる器楽演奏という技能教育に着目する。器楽演奏においては、演奏を司る体の部位の動きが重要となる。これらを会得するプロセスは、身体知研究として捉えられ、古川ら[2]によって器楽演奏・舞踏をはじめとするパフォーマンスアート分野やものづくりの視点から研究されている。特に弦楽器をはじめとする器楽演奏については力学的モデルに基づき、(1)振り子、(2)回転、(3)引きつけ・押し出し、(4)鞭、の4つの運動が重要であると説明している。また、ピアノについては森田[3]によって、ピアノ演奏について、指や腕の構造と関連づけて、最適な腕・指の運動を提示している。特に、ピアノについては、専門の大学音楽科のみならず保育者養成機関においても多く取り上げられ、特に保育者養成機関においては中平ら[4]によって教員数と指導時間数の関係で、ICTを併用した学習がより効果的であると示唆されている。

そこで本稿では、ピアノ初学者を対象に、ピアノ演奏部位認識を行い、その位置の正誤を検出することで、学習者により適切な奏法を会得してもらうことを目標に、前腕位置修正支援システム構築へ向けた基礎的検討を行う。

2 提案手法

本稿で提案する手法は

1. 演奏者の検出
2. 演奏部位の抽出
3. 前腕部の位置の評価
4. 前腕部の位置不良の検出

の処理により、前腕位置の修正支援を行う。

まず、演奏者の検出を行う。ピアノ演奏は、椅子に座って行う。そのため、奏者の胴体が大きく動くことはほとんどなく、主たる可動範囲は腕・手首・指である。そのため、奏者の撮影は固定カメラで行う。

カメラが固定されている場合の動画像においては、背景差分法を用いることで、移動物体である奏者・演奏部位を容易に抽出することができる。しかし、背景差分法により移動物体を抽出した場合、背景に写った体の影を誤検出する、移動物体の陰影部分を検出しない等の問題がある。それらの問題を解決するために正規化距離法[5]を併用する。正規化距離法は、まず、注目画素を中心とした局所領域の輝度値を配列に抽出し、それを輝度ベクトルとする。背景画像の輝度ベクトルと注目画像の輝度ベクトルを比べ、その角度が近ければ局所領域付近の輝度が同じように変化していると考えられることができるため、影部分を抽出することができる。これを利用し、背景差分法で検出できなかった移動物体の陰影部分を補完し、演奏者の検出を行う。

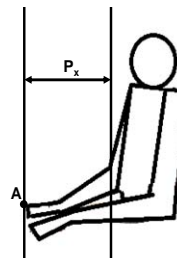


図1

次に、演奏部位（前腕・手首・指）の検出を行う。図1に検出された演奏者のモデルを示す。ピアノ演奏時は手を出するため、例えば演奏者が左向きの場合、抽出した人物画像の最左端の点Aの画素は指先になる。この点Aから一定ピクセル長 P_x 以上にある部分を除くことで演奏部位の抽出を行う。 P_x は動画像内における前腕部のピクセル長 P_f を基に設定する。実際の白鍵の長さ x_w はJIS規格[6]を、前腕の標準的な長さ x_f は[7]を参照し、動画像内における指先に一番近い白鍵のピクセル長 P_w から、 P_f は

$$P_f = \frac{x_f \cdot P_w}{x_w}$$

と求められる。 P_f を基にして P_x を設定する。[7]から、演奏者を真横から撮影した場合、最大で約1/4前腕部と胴体が重なってしまう。また、カメラの水平角度は最大で45度程度と想定すると、前腕部の半分が胴体と重なることが考えられる。このことから、余裕を持たせ $P_x = P_f/3$ と設定し、演奏部位の抽出を行う。

[†] 長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

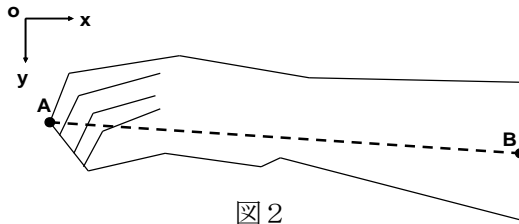


図2

抽出された演奏部位から前腕部の位置の評価を行う。図2に抽出した演奏部位のモデルを示す。座標軸は図中左上のようにとる。抽出された演奏部位について、最左端は指先、再右端は前腕部分になっている。図2のように最左端の点Aと最右端の点Bを結び、その直線の画像平面上的 \vec{ox} からの傾きで演奏部位の評価を行う。この際、点Bを最右端の midpoint となるような位置に置くことで、腕の太さによる個人差をなくしている。

得られた評価値から、前腕部の位置不良の検出を行い、それをアラートすることで前腕位置の修正支援を行う。[3]より、手首が曲がった状態で打鍵した場合、手首や手の甲に痛みを感じるとされているため、水平と比べ誤差を含め10度以上傾きがずれていた場合に前腕部の位置不良を指摘する事とした。

3 予備実験

図3に実際の演奏動画画像の中から抽出した背景画像と演奏中の画像を示す。この2枚の画像に対して提案手法を適用し、前腕の位置不良を検出する。

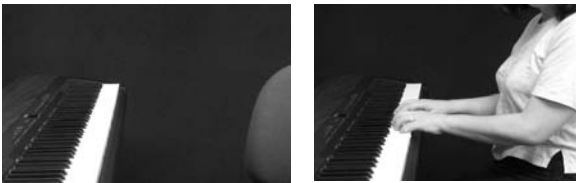


図3

前腕部と認識されたマスク画像と、それにより抽出された前腕部を図4に示す。抽出された前腕部の画像から、本手法で必要

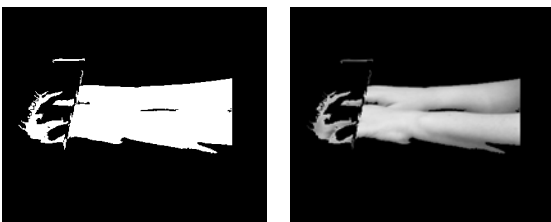


図4

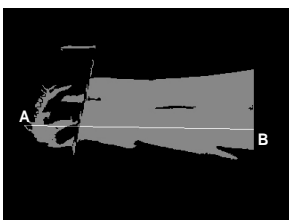


図5

となる指先と前腕部の位置の情報を抽出し、抽出された前腕部の階調値を落として、抽出された情報に重ねたものを図5に示す。図中の直線ABの傾きが、水平から ± 10 度以上ずれていた場合は、前腕の位置不良として指摘する。

4 まとめ

本稿では、ピアノの演奏動画から演奏部位である前腕を抽出し、その位置不良を検出し、修正箇所として指摘するシステムを開発する上での基礎的検討として、前腕部の位置検出およびその位置分析手法について提案した。しかし、提案した手法を実際の演奏動画に適用したところ、演奏動画について、カメラがきちんと固定されていない場合があり、その場合適切な背景画像を獲得することができず、正常に演奏者の検出ができなかった。また、撮影の角度によっては、前腕部分を正しく認識ができない場合もあった。今後はこれらの問題を解決し、より多くの場合に対応できるシステムにしたい。また、現在80個ほどの演奏動画が収集出来ている。今回提案手法を適用する際には、手動で行った箇所がいくつかあり、これらのデータを取るためにはシステムの自動化を行う必要がある。

参考文献

- [1] 高橋 智也, 松田 浩一, 海賀 孝明, 長瀬 一男, "「動作の流れ」学習支援システムによる地域伝統舞踊学習と効果(セッション 3 身体 1)"情報処理学会研究報告, 2008-EC-9, pp. 57-62, 2008.
- [2] 古川 他, "身体知研究の潮流 -身体知の解明に向けて-", 人工知能学会論文誌, vol. 20, no. 2, pp.117-128, 2005.
- [3] 森田 千智, "初心者に対するピアノ演奏姿勢の指導法を求めて(2)", 岐阜女子大学紀要, vol. 38, 2009
- [4] 中平 勝子, 赤羽 美希, 深見友紀子, "ブレンデッドラーニングを取り入れたピアノ弾き歌い指導の改善", 日本教育工学会論文誌, vol. 34, Suppl., pp. 45-48, 2010.
- [5] 達 康典, 吉田 俊之, 仲野 豊, "照明変化考慮した領域ベースの背景差分による物体抽出", 映像情報メディア学会技術報告, vol.32, no.35, pp.45-48, 2008
- [6] 日本工業規格 JIS S 8507-1992
- [7] 社団法人人間生活工学研究センター, "人間特性基盤整備事業成果報告書", 2006