

SVMを用いた初心者用ピアノ楽譜の 運指推定に使用する特徴量の一検討

富塚 俊広[†]
拓殖大学[†]

西垣 貴央[‡]
拓殖大学[‡]

1 研究背景

ネット上には多くのコンテンツがアップロードされ続けている。ピアノ楽譜もそのコンテンツの中の一つであり、これによってネットは任意の曲の楽譜を手に入れる助けとなっている。

楽器を演奏する際には楽譜から音符を認識し、演奏計画を構築してから演奏動作を行う [1]。特に鍵盤楽器は広い打鍵範囲を手指でカバーする必要があるため、演奏計画が重要である [1][2]。ピアノ演奏における演奏計画とは、どの指で鍵盤を弾くかという運指を決定することである。ピアノ練習では誤った癖をつけないために適切な運指選択が求められる [1]。しかし初心者用ピアノ楽譜を利用する演奏者（以降、ピアノ演奏初心者）にはこれが難しい。そのため購入できる初心者用ピアノ楽譜には指に対応した運指番号が記載されている。しかし、ネット上の楽譜には運指が記載されていないものが多く存在する。ピアノ演奏初心者が適切な運指で演奏が行うために、運指が記載されている楽譜が求められている。

2 関連研究

運指の推定を行う研究として、[1]の研究では手指の可動域を基に推定する手法を提案している。打鍵するために手がどれだけの範囲内に位置している必要があるかを求め、この範囲が重なる指の組み合わせを選択するというものである。評価は運指が記載されている楽譜、ピアノ経験者が演奏した運指それぞれと比較しており、楽譜との一致

率が85%、演奏者との一致率が61%であった。

こちらの研究では演奏可能な運指の推定を可能にしているが、動作難易度を考慮することや表現のための指の選択が難しい。ピアノ演奏初心者の練習に求められる適切な運指の推定が課題となっている。

3 提案する特徴量

関連研究の課題より、本研究では適切な運指を学習する際の特徴量を提案する。特徴量の係数を確認する方法として線形SVMを用いた。

提案する特徴量は人間が運指決定をする際に考慮する情報 [1][2][3] を基にした以下の5つである。

- (1) 対象音符の高さ
- (2) 対象音符の直前にある音符の高さ
- (3) 対象音符の直前に使用した指
- (4) 対象音符の後に続く音符
- (5) 対象音符の演奏速度

(1)(2)では、一般的な88鍵盤のピアノの最低音を1として、白鍵の音高上昇を1、黒鍵の音高上昇を0.5で表す。(3)では運指表現に用いられる小指が5・薬指が4…という自然数を用いる。(4)では音階が判断可能な5つ後の音符まで検討した。(5)は楽譜に記載されている速度記号をBPMに変換する。このBPMを音符ごとの長さを数値化したもの(表1)で割った値を特徴量とした。

表1 音符の長さの数値化例

二分音符	四分音符	八分音符	十六分音符
8	4	2	1

Estimation of Piano Fingering for Beginners using SVM

[†] Toshihiro Tomizuka, Takushoku University

[‡] Takahiro Nishigaki, Takushoku University

4 適用実験

学習する際の適切な特徴量の組み合わせを考察するために各組合せで学習・テストを行い、比較した。また、新しい特徴量を検討するためにはどの部分で推定と楽譜記載の運指が一致していないかを確認する必要がある。このため一致率が低い楽譜において推定される運指と楽譜運指の比較を行った。データには運指が記載されている初心者向け楽譜 30 曲 [4][5] を使用した。音符数は右手が 2757, 左手が 2841 であった。実験は 29 曲で学習し 1 曲で推定を行う leave one out 法を用い、左右別で行った。評価は学習データの一致率 (%)・テストデータの一致率 (%) で行った。SVM で誤分類の許容度を定めるコストパラメータ C は、値を高く設定するほど誤分類を許容しなくなる。本研究では 100 以上での変化がないことから 100 に設定した。

最初に 3 節の特徴量の中から、(1)(2)(3)(4) を選択して実験を行った。結果は右手 (学習平均 65.97%/テスト平均 61.51%)・左手 (学習平均 78.48%/テスト平均 73.46%), 各特徴量の係数は表 2 のようになった。

表 2 特徴量の係数

特徴量	係数
(1) 対象の音符の高さ	2.50
(2) 対象音符の直前にある音符の高さ	-2.27
(3) 対象音符の直前に使用した指	-1.04
(4) 対象音符の後に続く音符 1	0.67
(4) 対象音符の後に続く音符 2	-0.96
(4) 対象音符の後に続く音符 3	0.5
(4) 対象音符の後に続く音符 4	-0.35
(4) 対象音符の後に続く音符 5	0.13

表 2 を見ると後に続く音符の係数がほかの特徴量よりも低い。また実験後にデータを確認したところ、学習時に正規化していることから音の差が等しくなくなっていることが分かった。次の実験では係数の値が他の特徴量より低い特徴量 (4) を外し、後に続く音符の重要度を検証した。結果は、

右手 (68.93%/64.83%)・左手 (74.52%/68.80%) で、変化を平均すると 1 ポイント未満であった。これにより後に続く音符の重要度が低いことが分かった。また、(2) の特徴量を差に変えたところ、右手 (80.13%/79.46%)・左手 (80.99%/77.65%) と平均 10 ポイント上昇した。提案した特徴量の中では、(1)(2)(3) が重要なことが得られた。しかし、演奏速度が運指に影響を与える楽譜においては一致率の上昇は見られなかった。最後に (5) の特徴量を加え、演奏速度が影響する運指が含まれる楽譜での改善が見られるか検証した。結果は右手 (80.30%/79.38%)・左手 (80.99%/77.65%) と右手は約 0.1 ポイントの変化、左手は変化がなかった。対象楽譜の推定にも変化がなく、特徴量 (5) では演奏速度が影響する部分の学習が正しく行えないことが分かった。

5 まとめと今後の課題

実験から、初心者向け楽譜においては直前の音符との音高差・直前の指・対象の音符の 3 つの特徴量が重要だということが得られた。しかし演奏速度が影響する部分は特徴量 (5) で改善されなかった。演奏速度だけでなくスタッカートといった音楽記号も影響していることが原因と考える。今後は表現方法を表す楽譜記号を特徴量に追加することについて検討する。

参考文献

- [1] 関口博之, 英保茂. 計算機によるピアノ演奏動作の生成と表示. 情報処理学会論文誌, 1999.
- [2] 中村栄太, 斎藤康之, 吉井和佳. ピアノ運指データを用いた統計学習手法による運指推定と演奏難易度の定式化. 情報処理学会研究報告, 2019.
- [3] 米林裕一郎, 亀岡弘和, 嵯峨山茂樹. 隠れマルコフモデルに基づくピアノ運指の自動決定. 情報処理学会研究報告, 2006.
- [4] The adult piano course method 2. ドレミ楽譜出版社, 1992.
- [5] adolf ruthardt Carl Czerny. Carl czerny op hundred übungsstücke opus 139.