

○金杉季実果¹ 田口旺太郎¹ 堀玄² 嵯峨山茂樹¹

(1 明治大学総合数理学部、2 亜細亜大学経営学部)

1 はじめに

ギターの運指では、1つの音に対して取り得る左手の押弦位置は複数存在することが多く、最適な運指を人手で決定することは必ずしも容易ではない。このため弦楽器の運指決定に関する研究が行われ[1]、我々は、与えられた楽譜データから、もっとも演奏しやすい運指を隠れマルコフモデル(HMM)を用いて自動決定する研究を進めてきた[2][3]。本論文では、ギター演奏者の熟達度と音色のバランスを考慮して単旋律に対する運指を自動決定する問題の HMM による定式化、アルゴリズム、実験結果について述べる。

2 自動運指決定のアルゴリズム

2.1 自動運指決定の方法

楽譜上の音はギターでは押弦と撥弦の組み合わせによって発音される。そしてこの押弦と撥弦の組み合わせを隠れ状態として扱くと、ギターの楽曲はこの隠れ状態が遷移した結果得られる出力記号列と考えられる。この定式化では、運指決定は出力記号列から隠れ状態の時系列を推定する HMM の復号問題ととらえられる (Fig. 1)。この問題は Viterbi アルゴリズムにより効率的に解くことができる。ただし、本論文では出力記号列として単旋律のみを取り扱う。

2.2 音色に配慮した自動運指決定

本論文では音色に配慮した自動運指決定を行うために2つの方法を提案する。第1の方法は、可能な限り同一の弦で弾き続けること、すなわち他の弦への移動の抑制である。第2の方法は、開放弦の使用の抑制である。これらにより音色の統一感が得られると考えられる。ただし、これらを導入して生成した運指は、初級のギター演奏者にとっては演奏上の負担が大きくなる。すなわち、可能な限り同一の弦で弾き続けるためには左手のネック方向の移動量が増え、また開放弦を避けることにより左手の押

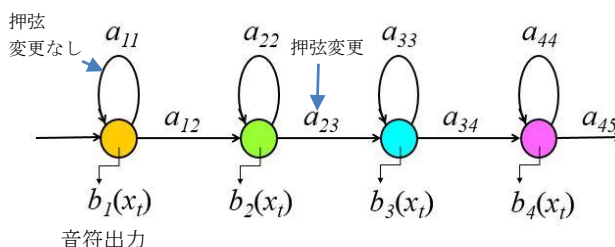


Figure 1. HMM による運指モデル

弦が増える。そこで本論文では、利用者がギター演奏者への負担と音色の向上のバランスを調整しながら運指決定を行えるようにするため、次節で説明する2つのパラメータを導入する。

2.3 遷移確率の設定

一般的な HMM の応用においては、遷移確率と出力確率を学習データから Baum-Welch アルゴリズムにより学習することが多いが、ギター運指決定の問題については学習に十分な学習データを得ることが難しいため、以下に述べるように遷移確率を手動で設定した。なお、運指決定の問題においては隠れ状態から出力記号が一通りに決まるため、出力確率は1である。遷移確率において現在の運指で弾く弦と次の運指で弾く弦が異なる場合に、その確率を予め設定しておく定数 α で割ることにより他の弦への移動を最小化するように調整した。また次の状態の運指で開放弦を用いる場合に、その確率を定数 β として定めることとした。この定数 β の値を 0.0 とすると、開放弦を使用しない運指を得ることができる。

3 実験評価

3.1 実験システム

以上で述べた手法を踏まえて遷移確率を定義した。開放弦を用いない場合の遷移確率 a_{ij} は、

$$a_{ij} \sim \frac{1}{1 + |I_i - I_j|}$$

とした。ただし、 I_i, I_j は状態 i, j において人差し指が置かれているフレット番号である。人差し

* “Timbre-oriented automatic fingering decision for monophonic guitar phrases” by Kimika Kanasugi†, Ohtaro Taguchi†, Gen Hori‡, Shigeki Sagayama† (†Meiji University, ‡Asia University)

指の移動量が少なくなるよう設定することで演奏者への負担を最小限に抑える[2]。

本実験ではこの遷移確率の計算に加え、定数 α の値と開放弦の有無を表す定数 β の値を組み合わせた計4パターンの運指を生成した。

3.2 運指生成後の結果

3.1 で述べた4パターンの運指を、スケール(8音)と、音符長が一定である2種類の曲(ナルシソ・イエペス作曲「愛のロマンス」より25音、モーツァルト作曲「アイネクライネナハトムジーク第3楽章」より23音のフレーズを抜粋)で生成し、他の弦への移動回数と開放弦の登場回数を比較した。

スケールを入力とした際に得られた運指パターンの例を Fig. 2、その他2曲を含めた比較の結果を Fig. 3 に示す。

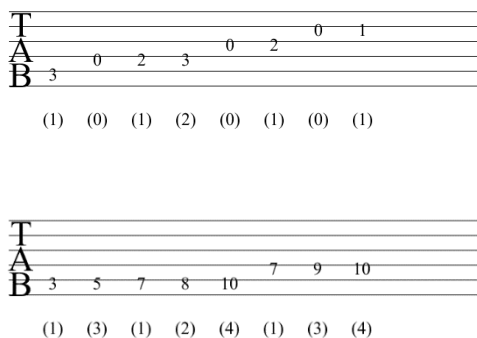


Figure 2. α , β 値による最適運指結果
上: $\alpha=10.0$, $\beta=0.0$ / 下: $\alpha=1.0$, $\beta=1.0$

他弦への移りにくさ(α)	10	10	1	1
開放弦の有無(β)	0	1	0	1
スケール(8音)	1	1	2	3
曲1(25音)	0	1	0	3
曲2(23音)	1	2	9	9
	0	1	0	14
	6	5	13	17
	0	2	0	10

Figure 3. 他の弦への移動回数(上段)、
開放弦の登場回数(下段)

3.3 主観評価の方法

3.2 で使用したスケールと2曲を、生成した4パターンの運指で演奏し、同環境で録音したものを大学生8人に聴いてもらうことで評価した。評価方法は5段階評価の絶対評価とし、1つずつ聴かせその都度評価してもらった。音色が「非常に悪い」と感じた場合は1、「非常に良い」と感じた場合は5として評価させた。なお、聴かせる曲および運指パターンの順番はランダムとした。

3.4 主観評価の結果

他の弦の移動に関わる定数 α の値と評価の結果を Fig. 4 に示す。スケールにおいては評価に個人差があり、その平均に差は見られなかったが、音符数が比較的多い曲では他の弦への移動が少ない運指パターンの方が良い音色だと感じられた度合いが大きかったことが分かる。

また、開放弦を使用する運指パターンと使用しない運指パターンに関しては、音色評価の個人差が大きく表れる結果となった。

これら2つの条件を組み合わせると、弦の移動が少なく、かつ開放弦の使用を認めた運指パターンでの演奏が最も音色が良いと評価された。

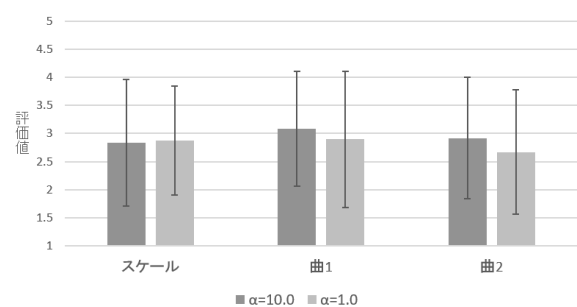


Figure 4. α 値の設定と演奏音色の評価値

4 結論

本稿では運指決定に対して、HMM の復号化問題として定式化し、Viterbi アルゴリズムで解く手法を提案した。また、音色を向上させるために弦移動を最小化すること、開放弦を用いなくようにすることの2つの手法を提案した。評価実験の結果より、他の弦への移動が少なく、かつ開放弦の使用を認めた運指で演奏すると音色が良くなるという結果が得られた。今後は、定量的、客観的な評価の方法も模索したい。

参考文献

- [1] Sayegh, S.I., "Fingering for string instruments with the optimum path paradigm," Computer Music Journal, Vol.13, No.3, pp.76-83 1989.
- [2] 吉永悠真, 堀玄, 深山寛, 嵯峨山茂樹, "隠れマルコフモデルによるギターのための運指決定および自動編曲," 日本音響学会 2012 年度春季研究発表会講演論文集, pp. 11-12, 2012.
- [3] Hori, G., Kameoka, H., Sagayama, S., "Input-output HMM applied to automatic arrangement for guitars," Journal of Information Processing, 21, pp.264-271, 2013.