

初心者のギター練習のためのタブ譜生成の試み

坂井 俊亮¹ 瀬川 日向¹ 北原 鉄朗¹

概要: 本稿では、単旋律譜面に対して隠れマルコフモデル (HMM) を適用することでタブ譜を生成するシステムを作成する。ギターの練習する際に使用するメロディが、奏者にとって難しい場合はモチベーションが下がってしまう可能性がある。そこで、HMM の出力確率や状態遷移確率を工夫することで、メロディの変更を一部することを許容した上で押弦位置の移動を抑制したタブ譜を出力する。その結果、音域が広いメロディの楽譜に対して、音域を狭めたメロディのタブ譜が出力された。

1. はじめに

ギターの練習をする際に、タブ譜を使用することが多いことが考えられる。しかし、あまり有名ではない楽曲ではタブ譜が存在しないことが多い。楽譜は存在することが多いことから、楽譜を入力し、タブ譜を自動生成する研究が数多く行われている。たとえば三浦らは、各音に対して最適な押弦位置をパターン内から検索し、移動量が最小のものを決定するシステムを作成した [1]。伊藤らは、運指を最適化するためにギター指板上の音高に数字を割り当て、マンハッタン距離を用いて移動コストの計算を行っていた [2]。矢澤らは、弦移動をするに伴い、弦を押さえるフォームや運指の制約を考慮した手法も考案されていた [3]。また、左手の移動に対して物理的シミュレーションを行い、適切な運指を提示するシステムも考案されていた [4]。

楽譜からのタブ譜の自動生成の目的は、もちろん楽譜によって示されたメロディをその通り演奏するためのタブ譜を出力することである。しかし、演奏者にとって演奏が難しいメロディの場合、演奏できないことによって練習のモチベーションが下がってしまう可能性がある。

そこで、本研究では、楽譜通りのメロディという制約を緩め、概ね楽譜通りだが一部の音符の音高が変更されることを許容したタブ譜自動生成を試行する。具体的には、隠れマルコフモデルにおいて、押弦位置の移動を表す状態遷移に厳しい制約を設けることで、楽譜通りのメロディよりも押弦位置の移動が少ないメロディを優先するといった処理を導入する。本来であれば、8分音符を4分音符に変換するなど、音価の変更を伴う処理を導入すべきであるが、本稿では第一段階として、押弦位置の移動の量のみを考慮する。

入力された楽譜の演奏内容を変更しつつタブ譜を生成する研究は、存在しないわけではない。堀らは、ピアノ演奏用の楽譜を入力し、それに対して HMM でタブ譜を生成することで、ギター用に自動編曲する方法を提案した [5]。HMM の制約によって演奏内容を改変する点は、本研究と共通である。

2. システム概要

本研究にて構築するシステムでは、単旋律が記載された楽譜を入力とし、HMM を用いてタブ譜へ変換する。以下の項では、処理の流れ及び HMM の各確率パラメータの定義を示す。

2.1 MusicXML データの読み込み

本システムで想定するのは、単旋律が記載された MusicXML 形式の楽譜である。これが入力されると、音高 (ノートナンバー) の時系列に変換される。現在の実装では、音価は考慮されないため、音価の情報は保持しない。

2.2 HMM モデルの設計

本稿で用いるモデルは、楽譜から取得した音高の時系列を観測情報とし、押弦位置を状態とする HMM である。 n 番目の音符を演奏する際の弦番号を $s_n (= 0, 1, 2, \dots, 5)$ 、フレット番号を $f_n (= 0, 1, 2, \dots, 14)$ とすると、この押弦位置を表す状態 q_n を

$$q_n = s_n + 6f_n$$

と表す。ここで、 $f_n = 0$ は開放弦を表す。 n 番目の音符の音高 (ノートナンバー) を x_n とすると、 $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ (N : 音符数) が与えられたときに、最ももってもらいたい $\{q_1, q_2, \dots, q_N\}$ を求める問題を解くこととなる。

¹ 日本大学 文理学部 情報科学科

このモデルでは、出力確率が押弦位置と演奏される音高の関係、遷移確率がある音符の押弦位置から次の音符の押弦位置の関係を表す。押弦位置の移動が大きくなると演奏が難しくなるため、押弦位置の大きな移動を伴う状態遷移に対する遷移確率を下げることで、演奏が容易なメロディへと変換する。

以下、初期確率、遷移確率、出現確率の定義について述べる。

2.2.1 初期確率

ギター演奏において、演奏する弦と押弦するフレットの位置の関係というのは演奏の容易さという点において重要なものである。どの弦から、どのフレットから演奏を始めるかでその演奏の引き易さの難易度は大きく変わる。

初期確率では、開放弦から14フレット ($0 \leq f \leq 14$) の範囲で確率を設定する。今回は開放弦を許容せず演奏できるタブ譜の出力を目指すため、開放弦である0フレット目 ($f_n = 0$) の確率を0にし、残り14フレット ($1 \leq f_n \leq 14$) の確率を等確率で初期化する。

具体的に、 $n = 1$ のときの q_n の状態を表す初期確率 $P(q_1)$ を次のように定義する。

$$P(q_1) = \begin{cases} 0 & (f_n = 0) \\ \alpha & (\text{else}) \end{cases}$$

α は確率の合計を1にするための正規化係数である。

2.2.2 遷移確率

上で述べたように、押弦位置の大きな移動を伴う状態遷移に対する遷移確率に小さな値を与えることで、演奏の難しいメロディがそのままの形でタブ譜に変換されるのを抑制する。具体的には、「同じまたは隣の弦」かつ「フレットの移動量が2以下」の両方を満たすときに、十分に高い遷移確率を与え、そこから離れるに従って小さな遷移確率を与えることとする。 n 番目の音符に対する状態 q_n から $n+1$ 番目の音符に対する状態 q_{n+1} への遷移確率 $P(q_{n+1}|q_n)$ を次のように定義する。

$$P(q_{n+1}|q_n) = \begin{cases} 10\alpha & (s_n = s_{n+1}, |f_n - f_{n+1}| \leq 2) \\ 7\alpha & (s_n = s_{n+1}, |f_n - f_{n+1}| \leq 3), \\ & (|s_n - s_{n+1}| = 1, |f_n - f_{n+1}| \leq 2) \\ 2\alpha & (|s_n - s_{n+1}| = 1, |f_n - f_{n+1}| \leq 3) \\ \alpha & (s_n = s_{n+1}, |f_n - f_{n+1}| > 3) \\ 0.5\alpha & (|s_n - s_{n+1}| = 1, |f_n - f_{n+1}| > 3) \\ 0.01\alpha & (|s_n - s_{n+1}| \geq 2, |f_n - f_{n+1}| \leq 2) \\ 0.005\alpha & (|s_n - s_{n+1}| \geq 2, |f_n - f_{n+1}| \leq 3) \\ 0.002\alpha & (|s_n - s_{n+1}| \geq 2, |f_n - f_{n+1}| > 3) \end{cases}$$

α は確率の合計を1にするための正規化係数である。また、今回の実装では開放弦は使わないこととし、開放弦に

対応する状態への遷移確率は0としている。

2.2.3 出力確率

出力確率は、押弦位置と出力される音高（ノートナンバー）の関係を表す。通常のタブ譜生成であれば、各状態が表す押弦位置から実際に出力される音高に対応する出力確率を1に、それ以外を0にすることで、与えられたメロディを忠実に演奏するタブ譜を得ることができる。一方、本稿のタブ譜生成ではメロディの一部変更を許すため、出力確率の与え方を変更する。 q_n は押弦位置を表す状態であり、 n 番目の弦の位置とフレットの位置を表す。この時、発音される音は一意に定まる。

具体的には、押弦位置を表す状態 q_n をもとに入力された n 番目の音符の音高（ノートナンバー）、 x_n を出力する確率 $P(x_n|q_n)$ を次のように定義する。

$$P(x_n|q_n) = \begin{cases} 10\alpha & (\text{完全一致}) \\ 6\alpha & (\text{オクターブ一致}) \\ 0 & \end{cases}$$

α は遷移確率と同様に確率の合計を1にする正規化係数である。

2.3 タブ譜の出力

前節の方法で求められた押弦位置の情報を MusicXML データに書き込み、MuseScore3の機能を用いてタブ譜として表示する。

3. 予備実験

今回 HMM を用いて運指決定を行い、入力した楽譜と MuseScore3 が自動的に作成したタブ譜、そして出力されたタブ譜とその楽譜を比較する。

今回の実験で使用した楽譜を図1に示す。このメロディは、2オクターブにわたる高音域のメロディになっており、ギターで演奏する際には弦とフレットの移動が大きくなることが考えられる。

この楽譜を MuseScore3 に入力して自動的に作成したタブ譜を図2に示す。図1の楽譜の音高がそのままタブ譜に反映されており、押弦位置の移動が大きいタブ譜が出力された。

本手法を使用して生成したタブ譜を図3に示す。今回の実験では、メロディの変更を一部許容することから、オクターブの違う部分があるタブ譜が生成された。初期確率、遷移確率ともに開放弦は使用する確率を0としたため、開放弦を使う押弦位置は出力されなかった。また、遷移確率を設定する際に、「同じまたは隣の弦」かつ「フレットの移動量が2以下」の場合または、「同じ弦」かつ「フレットの移動距離が3以下」の場合に、十分に高い確率を与えたため、全体を通して、その制約を満たす押弦位置の移動距離



図 1 入力した楽譜

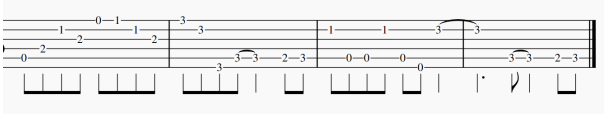


図 2 MuseScore3 によって作成されたタブ譜

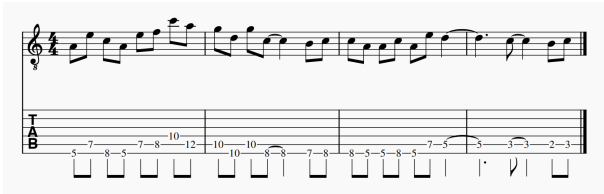


図 3 出力されたタブ譜

になっている.

4. おわりに

本稿では, 隠れマルコフモデルを用いて制約を加えることによって, 単旋律の楽譜から, 弾きやすいようにしたタブ譜を出力させるシステムを試作した. これにより, 音域が広いメロディであっても, 比較的押弦位置の移動の小さなメロディに変更して練習することができるようになった.

しかしながら, 様々な課題が残されている. まず, 演奏の難しいメロディの簡略化をより実用的に行うには, 音長の変更 (たとえば 16 分音符が連なるメロディを 8 分音符に変更する) は必須であり, そのためには音符の削除に対応させる必要がある. 副旋律の楽譜からのタブ譜の出力, 開放弦も考慮したタブ譜の出力も検討していく必要がある. また, ユーザの演奏能力に合わせてメロディの変更の度合いを制御できるようにすることも重要である. これらの課題を 1 つ 1 つ解決し, ギターの練習を効率的に行うことのできる, 楽譜からのタブ譜の生成を行っていきたい.

謝辞 本研究は, 科学研究費補助金 22H03711, 21H03572 の支援を受けた.

参考文献

- [1] 三浦雅展, 柳田益造: 単旋律ギター演奏における最適押弦位置決定システムの構築, 情報処理学会研究報告, 音楽情報科学, 45-22 (2002)
- [2] 伊藤雅, 林田巧: 単旋律におけるギター運指の最適化, IEEJ Trans. EIS, Vol.124, No.7 (2004)
- [3] 矢澤一樹, 阪上大地, 糸山克寿, 奥乃博: 押弦制約と運指制約を用いたタブ譜自動生成システム, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-MUS-96 No. 11 (2012)
- [4] 藤井創太, 浜中雅俊, 長谷川晶一: Fingering Simulator: ギター単旋律の運指推定, 情報処理学会研究報告, 2008-MUS-76 No. 28 (2008)
- [5] 堀玄, 亀岡弘和, 嵯峨山茂樹: 入出力隠れマルコフモデル