1N-01

ギター初心者のための演奏練習支援システム

宇田川　真唯　　植村　あい子　　北原　鉄朗
日本大学　文理学部　情報科学科

1. はじめに

ギターは人気で身近な楽器となっている．ギター演奏としてコード演奏が挙げられる．コード演奏の一般的な独りでの練習方法として，教本に沿って練習することや上級者の演奏を動画などで見て真似をする方法がある．しかし，動画や教本は，必ずしもお手本が真似しやすいものであるとは限らない（お手本の問題）．また，動画や教本では，練習者が正しい音を出すことができているか確認することができない（音の確認の問題）．

ギターの練習を支援するシステムとして，AR を用いて正しい手の形を提示するもの[1)2)]や，ユーザが最も弾き易い指の配置や手の動きを決定するシステム[3)]，初心者向けのギター教則システム[4)]などが開発されている．しかし，これらの研究では，ユーザの演奏音を評価する機能はなく，「音の確認の問題」は扱われていない．一方，下尾らは，演奏の自動評価に適した音響的特徴を調査した[5)]．ギター演奏に対する専門家の主観的評価を目的変数とし，説明変数として適した音響特徴量を検討している．しかし，最低限正常に音が出ている演奏音を対象としており，初心者が正しく発音できていない状況は扱われていない．また，練習支援システムとしての実装は行われていない．

本稿では，コード練習時のお手本を CG で分かりやすく表示し，演奏音が正しく発音できているかを自動判定するシステムを実現する．初心者の中には，弦を押さえる指が寝ていたり力が足りないために，弦の押さえる場所は合っているが正しく音が出ていないということがよくあり，正しく音が出ていないことに気づけない場合もある．本システムにより，そういった場合でも適切に問題点を把握することで，正しい音を出せるようになる手助けが可能であると期待される．

2. システムの概要

本システムは，ユーザの演奏を分析し，正誤判定を行うシステムである．本システムは以下 3 つの機能を備えている．

(1)　弦の押さえ方を CG で説明する機能
(2)　正しい音を出せているのかの自動判定する機能
(3)　正しい音を出せていない場合の典型的な原因を提示する機能

まず，(1) で写真や動画では見えない部分や注意して弾かなければいけない部分を CG を用いて表示する．また，弦ごとに異なる色が付けられた特別な弦をギターに張り，画面上にはその弦と同じ色で表示することで，押さえる部分を把握しやすいようにする．これを用いてユーザは最初に手の形の練習を行う．



図 1　本システムの画面例

次に，(2) でユーザにコードを演奏してもらう．ただし，音の正しさを弦ごとに判定するため，弦ごとに単音で弾いてもらう．そして，演奏してもらった音が正しく弾けている音かどうかを判定する．

最後に，(3) で，ユーザが弾いた音が正しくなかった場合，その原因として予想されるものを CG を用いて出力する．

2.1　弦の押さえ方の CG による説明

本システムの画面右上部に，正しくコードを弾くための弦の押さえ方を CG で説明したもの（お手本）が表示される．それと同時に，Web カメラを使用してギターとユーザの手の映像を画面に表示する．この映像は，ギターを上から覗き込んだ視点に一致させるため，上下が反転されている（図 1）．これらを同一画面内で比べることで，効率的に手の形を習得できると期待される．

2.2　正しい音を出せているのかの自動判定

ユーザが指示通りに弦を押さえてもうまく音がならないことがある．この理由として，弦を押さえる力が弱い場合や，指が寝ていて他の弦に触れている場合などが考えられる．そこで，正しく音が出ているかどうかを以下の方法で判定する．

(1)　ユーザに各弦を別々に 1 秒間弾くように指示する．スタートボタンを押すと，テキスト表示で各色の弦が指定される．弾くタイミングのカウントダウンがあり，“弾いて！”のテキスト表示にタイミングを合わせてユーザが当該弦を演奏する．
(2)　各弦の演奏音に対して 100ms ごとに高速フーリエ変換（FFT）を行い，12 次元クロマベクトルを抽出する．
(3)　100ms ごとの 12 次元クロマベクトルに対して時間軸方向に平均を取り，12 次元の特徴ベクトルを得る．
(4)　あらかじめ用意した正しく弾けている音（正音と呼ぶ）と正しく弾けていない音（誤音と呼ぶ）のデータベースを用い，k 最近傍法により正しく音が出ているかどうかを判定する．

2.3　正しい音が出せていない場合の典型的な原因の提示

誤音と判定された弦については，典型的な原因として「指が寝ていませんか」「力が弱くないですか」「押し間違えてな

Proposal of support system for excercising guitar performance by Mai Udagawa, Aiko Uemura, Tetsuro Kitahara (Nihon University)

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.



図 2　誤音判定時の結果



図 3　正音判定時の結果

いですか」「 6 弦を弾いてないですか」の 4 点についてデフォルメされた説明を CG とともに表示する（図 2，図 3）．

3. 実装・実験

3.1 実　　装

今回は，C コードの演奏に限定したうえで 2 章で述べたシステムを Unity を用いて実装した．演奏音の正しさを判定するために使用するデータは 3 名のギター経験者 (A，B，C) と 1 名の未経験者 (D) に演奏してもらい作成した．なお、未経験者は誤音のデータのみ利用した．2.3 節で挙げた 4 つの典型的な原因の前半 2 つを「弾き方の問題」にまとめ，後半 2 つを「弾く場所の問題」にまとめた 2 分類でデータベース（表 1）を作成した．演奏者の詳細を表 2 に示す．

3.2 正音・誤音の判定の評価

3.1 節で述べたを用いて 10 フォルドクロスバリデーションを行った．クロスバリデーションの結果を表 3 に示す．1~3 弦で 90%，4，5 弦で 85%の正解率が得られ，正音と誤音の判定を高精度に行えることが分かった．1~3 弦に比べて 4，5 弦の正解率が低いのは，これらの弦は太く音の減衰が遅いことが関係していると考えられる．本手法では 1 秒間のクロマベクトルの平均を用いて判定を行う．指が寝ていたり力が足りなくて音が出ていない場合，音がすぐに減衰し，クロマベクトルの各要素間の違いが小さくなることが予想される．しかし，4 弦，5 弦は弦が太いため，弦の押さえ方が不適切でもすぐに音が減衰せず，正音との違いが明確ではないことがあった．このことが一因であると考えられる．

4. 終 わ り に

本稿では，コード演奏をユーザが独力で習得できるように，弦の押さえ方を CG で表示するのに加え，ユーザの音が正しいかどうかを自動判定するシステムを実現した．正音・誤音の判定は，クロスバリデーションの結果 85~91%の精度で行えることが分かった．しかし，現状の実装では，誤音と判定された際にその原因として考えられるものをすべて表示している．今後は，誤音の原因の自動判定も導入し，より的確なフィードバックが可能なシステムを目指したい．また，被験者実験を行い，実際にコード演奏の習得が可能かどうかの検証も行っていきたい．

表 1　WAV データベース (個)(A~D は演奏者を表す)

	正音			誤音							
				弾き方の問題				弾く場所の問題			
	A	B	C	A	B	C	D	A	B	C	D
1 弦	20	20	10	12	6	8	8	4	4	4	4
2 弦	20	20	10	9	6	6	5	9	6	6	5
3 弦	20	20	10	12	6	8	8	4	4	4	4
4 弦	20	20	10	9	6	6	5	9	6	6	5
5 弦	20	20	10	6	3	4	4	8	9	8	8

表 2　データベース作成時の演奏者の詳細

A	ギター歴 2 年	女
B	ギター歴 4 年	女
C	ギター歴 1 年	女
D	ギター歴 1 年未満	男

表 3　正誤評価結果

弦	正音	誤音	平均
1	90 %	90 %	90 %
2	86 %	96 %	91 %
3	98 %	86 %	92 %
4	92 %	80 %	86 %
5	88 %	82 %	85 %

謝辞　本研究は JSPS 科研費 16K16180, 16H01744, 16KT0136, 17H00749 から支援を受けた．

参 考 文 献

1) 元川洋一，*et al.*：AR Guitar:拡張現実感を用いたギターの演奏支援システム，日本バーチャルリアリティ学会第 11 回大会論文集，pp.73–76.，2006.
2) Joseph R Keebler，*et al.*：Shifting the paradigm of music instruction: implications of embodiment stemming from an augmented reality guitar learning system，*Frontiers in psychology 5*，2014.
3) 江村伯夫，*et al.*：弾き易さを考慮したギター・コードフォーム列探索システム，日本音響学会誌，64 巻，2 号，pp.73–83，2008.
4) 佐藤 雄一：初心者向けギター教則システムの作成，名古屋文理大学卒業論文，2004.
5) 下尾 波輝，*et al.*：エレキギター演奏自動評価のための音響的特徴量の調査，情報処理学会，2017-MUS-117，3 号，pp. 1–4，2017.

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.