

音楽ゲーム“beatmania IIDX”プレイ映像を用いた運指動作認識システム

A Fingering Motion Recognition System Using Gameplay Videos of “beatmania IIDX”

東 楓太^{*1}, 越智洋司^{*1*2}, 吉原 和明^{*1*2}
Futa HIGASHI^{*1}, Youji OCHI^{*1*2}, Kazuaki YOSHIHARA^{*1*2}
^{*1} 近畿大学情報学部
^{*1} Faculty of Informatics, Kindai University
^{*2} 近畿大学情報学研究所
^{*2} Cyber Informatics Research Institute, Kindai University
Email: ochi@kindai.ac.jp

あらまし: beatmania IIDX という音楽ゲームには多くの運指が存在し、場面によって最適な運指が異なる。そのため運指は本ゲームの上達における重要な要素の一つだと考えられる。技能向上の手法として様々なものが提案されたが、運指について研究された事例はなかった。本研究では運指の視点で上達支援を行うために、運指動作認識システムを開発する。本発表では開発したシステムの内容と現状のシステムの評価について報告する。

キーワード: 音楽ゲーム, 技能向上, 運指分類, 動作認識, beatmania IIDX

1. はじめに

近年、eSportsを対象とした学術研究が活発化しており、特に操作技能の定量的評価や熟達過程の分析に関する研究が進展している。例えば、プレイヤーの技能レベルの違いがマウス操作の加速度や指の反応時間にどのような影響を与えるかを検証した研究が報告されている⁽¹⁾。そして、複雑な操作技能を要求する新たなeSportsジャンルとして“音楽ゲーム”が現在登場している。eSportsシーンが存在している音楽ゲームの中でも、beatmania IIDXは厳しい判定と複雑な譜面、そして多岐に渡る運指から、高い難易度を誇る音楽ゲームである。本研究では、難易度の一因である運指に着目し、運指技能の向上支援を目的として、運指動作認識システムを開発する。

2. 運指技能と本研究の位置付け

2.1 beatmania IIDX と運指技能

運指が難易度の一因になる理由として、ターンテーブルと鍵盤の処理パターンの存在が挙げられる。パターン毎にターンテーブル主体・鍵盤主体のどちらかを優先する必要がある、そのための運指として“1048式”・“対称固定”・“3:5半固定”・“片手”・“べちゃ押し”・“手首皿”と呼ばれる計6種類の運指が主に用いられる。しかし、プレイ映像で用いられている運指を確認する方法は目視であり、経験の浅い初中級者がそれらを把握することは困難である。

2.2 本研究の位置付け

beatmania IIDXを対象とした先行研究として、小原、藤波ら⁽²⁾によるbeatmania IIDXと視線の重要性、また眞鍋、勝間ら⁽³⁾によるbeatmania IIDXに登場する譜面の要素に基づいたスコア推定モデルの構築が行われている。しかし現状、運指技能について着目した研究は確認できない。

そこで本研究では、beatmania IIDXにおける運指技能改善を目標とし、鍵盤に対する運指分類を可能にする運指動作認識システムを開発する。

3. 実装システム

3.1 認識手順

ゲーム筐体から直接購入できるプレイ映像を用いて、以下の手順により運指動作認識を行う。

(1) 鍵盤領域の取得

プレイ映像から全ての鍵盤が映るフレームを手動で取得し、適応的2値化及びセグメンテーションを行い、鍵盤領域を取得する。

(2) 鍵盤押下の検知

鍵盤は押下時に発光するため、鍵盤領域の平均画素値から通常状態との比較を行い、押下検知を行う。

(3) 手首・指先座標の取得

MediaPipe Handsを用い、ゲーム映像右下に表示されるカメラ映像から手指座標を取得する。

(4) 鍵盤に対する指の識別

ゲーム映像内で鍵盤が押下された際は鍵盤領域内に指先が存在するという仮定により、鍵盤に対して押下した指がどれかの識別を行う。

(5) 運指の分類

手指座標から正規化を行い特徴量作成後、ランダムフォレストを用いて6種類の運指の分類を行うこととした。正規化手法は先行研究⁽⁴⁾を参考にし、新たに手首から親指までの距離を用いた各指先の相対座標を特徴量とする手法とした。

3.2 認識例

手首皿を用いた動画に対し鍵盤領域取得後の押下検知、また運指分類を行い出力した様子を図1に示す。押下検知時赤枠で囲むよう設定しており、左下の鍵盤が正しく検知出来ていることが示された。

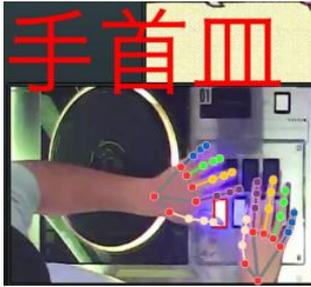


図 1 運指分類結果

運指分類では、画面に表示されたテキストから、正しく運指分類が行われていることが分かる。

4. 評価実験

4.1 目的と手法

本研究では、提案手法の有効性を多角的に検証するため、以下の3つの評価実験を実施する。

【評価実験1：鍵盤押下検知の正確性】

提案システムが実際の鍵盤押下をどの程度正確に検知できるかを明らかにするために、実際に鍵盤が押下された回数と、システムが鍵盤押下として検知した回数を比較することにより評価を行う。

【評価実験2：運指分類の精度】

鍵盤押下時の運指を識別する分類モデルの性能を定量的に評価するために、学習により得られた分類モデルについて、macroF1 スコアが最大となったモデルを選択し、その際の各クラスの F1 スコアを指標として評価を行う。

【評価実験3：指識別手法の妥当性】

「鍵盤が押下されたとき検知された時、その鍵盤領域に対応する指先が存在する」という仮定に基づく指識別手法の妥当性を検証するために、システムが鍵盤押下を検知した回数と、その際に鍵盤領域内に指先座標が存在した回数を比較することで、仮定の妥当性を検証する。

4.2 評価結果

評価に用いる動画は各運指につき2本ずつ、合計12本の演奏動画であり、評価実験3については、評価実験1の結果から、鍵盤押下検知の誤差が最も小さい動画を対象として用いた。評価実験1の結果を表1の2, 3列目に示す。全体的に誤差がマイナスとなり、見逃す回数が多い結果となった。評価実験2の結果として、最高 macroF1 スコアが 0.9210 となった。また各 F1 スコアを表1の4列目に示す。評価実験3の結果は、押下検知回数が315回に対し指識別の成功回数は246回となり、差は69回となった。

5. 考察

評価実験1については、全体的に鍵盤押下を見逃した結果が多いことから、鍵盤を覆うような状態になっている可能性が考えられた。この際、どの運指

表 1 押下検知の誤差

運指動作	誤差割合		F1 スコア
1048 式	98.05%	93.68%	0.9062
手首皿	96.41%	98.75%	1.0000
対称固定	92.38%	97.92%	0.9484
3:5 半固定	102.62%	98.75%	0.8904
片手	94.65%	95.02%	0.9260
べちゃ押し	97.24%	98.48%	0.8550

にて、どの鍵盤が認識困難になっているのか調べるために各鍵盤誤差の識別が必要である。

評価実験2ではべちゃ押し、3:5半固定の2つが他運指より低い分類精度を示した。これらの運指は主に親指の違いのみで区別出来るため、本運指の認識の困難さが示された。現状ターンテーブルを回す動作が、他の運指と誤認識する問題点があるため、本エラーの改善が精度向上につながると考える。

評価実験3では、回数の差が69回発生したことから、鍵盤押下時に一定数鍵盤上に指が存在しない状態が発生すると考えられる。本状態が発生した原因として、MediaPipeの認識限界、カメラ位置による問題が考えられる。より難易度が高い動画を用いた場合、誤差はさらに増えると考えられるため、手法の再検討が必要である。

6. 結論

本研究では運指動作認識システムとして5つの処理を行い、運指分類に必要なシステムを開発した。評価実験結果から、認識精度に問題があることが確認された。今後、本システムの精度および手法を改善するとともに、beatmania IIDX infinitasなどのハードウェア機器を対象にして、より自由なカメラ設定を行える環境でシステム拡張に取り組む予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25K15376 の助成を受けた。

参考文献

- (1) Jose Luis Casado Rico, et al. Differences in hand acceleration and digital reaction time between different skill levels of Counter Strike players. Entertainment Computing, Vol.52, Article 100797 (2025)
- (2) 小原卓也, 藤波努: “視線追従装置を用いたリズムアクションゲームにおけるスキルの分析”, 第24回人工知能学会全国大会, 3G1-OS2a-1, pp.1-4 (2010)
- (3) 眞鍋拓人, 勝間亮: “Beatmania IIDX の譜面難易度の推定を目的としたプレイヤーの個人技能の収集に関する検討”, 2024年度情報処理学会関西支部 支部大会, 5p- (2024)
- (4) Gil-Martín, M., et al., Hand Gesture Recognition Using MediaPipe Landmarks and Deep Learning Networks, Proceedings of the 17th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Vol.3, pp. 24-30 (2025)