2ZH-03

自動評価機能を持つ VR ダンストレーニングシステム

江嵜　一優†　　長尾　確‡
名古屋大学　情報学部†　名古屋大学　大学院情報学研究科‡

1. はじめに

2012 年より中学校体育で男女ともにダンスが必修化されたこともあり、一昔前に比べてこども世代のダンスの人口は増加している。一方で保護者からするとダンスは馴染みが薄く、分からないことも多い。また最近では、スポーツの指導に AI を導入する AI コーチングという分野の研究が盛んに行なわれており、既にスキーや野球のスイングなどでの活用事例[1]も見られる。そこで、ダンスに AI コーチングを採り入れ、その有用性が確認できれば前述の問題が解決できるのではないかと考えた。

本研究では、VR を用いてヒップホップダンスを対象としたセルフトレーニングを支援するシステムを提案する。自宅で指導者がいない環境を想定し、機械学習に基づく自動評価を行い、自身のダンスに対して様々な方法で評価結果をフィードバックする。最終的に被験者実験によってシステムの有用性を評価する。

2. ダンスの自動評価

ダンスの自動評価には機械学習を用い、ダンスのモーションデータを入力として、ダンスに対するアドバイスを選別する機械学習モデルを構築した。ダンスのモーションデータは VIVE Pro2 および VIVE トラッカーを用いて取得し、正解ラベルはダンスレッスンの中で指摘のされやすいアドバイスをいくつか選び、大まかな指摘項目として扱うこととした。データの収集はダンスのプロコーチ 1 名、ダンスの経験者 4 名の協力の元で行った。収集したデータを表 1 に示す。

表 1：指導項目別のデータ数

項目	1	2	3	4	5	6
数	70	80	78	57	252	114

1.振りの大きさ　2.繊細さ　3.強さ・キレ
4.その他のアドバイス　5.お手本　6.アドバイスなし

ダンスのモーションデータは多変量時系列データとして扱うことができるので、機械学習モデルのアーキテクチャには多層 LSTM（Long Short-Term Memory）を用いた。また、LSTM の前に全結合層を挟むことで次元数を削減し、後ろには全結合層とソフトマックス層を追加してクラス分類を行った。

少ないデータで学習を行うため、教師なし対照学習[2]という手法を採り入れた。これは、あるデータに対してそれをデータ拡張したものは表現ベクトルのベクトル間距離が近づくように、それ以外のデータは表現ベクトルのベクトル間距離が遠ざかるように学習を行う。データ拡張には空間的拡張と時間的拡張の 2 種類を採用し、空間的拡張にはノイズ付加とスケーリング、時間的拡張には 5 種類の方法を試行した。

不均衡データであるので、層化 k 分割交差検証を用いてデータを 5 分割し、クロスバリデーションを行った。まずは対照学習を行わずにクラス分類を行い、ベースラインとした。次に対照学習によって得られた表現ベクトルを用いてクラス分類を行い、精度を比較した。また、お手本のモーションデータと比較することで分類精度が向上するのではないかと考え、経験者とコーチのモーションデータの表現ベクトルの差分を入力としてクラス分類を行った。それぞれの結果を表 2 に示す。

表 2：クラス分類の結果

	正解率	F 値
対照学習なし（ベースライン）	64.8%	0.56
対照学習あり	73.7%	0.64
表現ベクトルの差分	75.7%	0.65

最終的には分類精度は十分に高いとは言い難い結果となった。ただし、対照学習を採り入れることでベースラインよりも精度が向上し、さらにお手本のデータも入力に使用することで若干の精度向上が見られた。

機械学習の分類問題としては必ずしも良い結果とは言えないが、ダンスに対するアドバイスには正解があるわけではなく、ラベルは確定的ではない。その点ではエラー耐性は高く、トレーニングシステムにも適用可能であると考える。

VR Dance Training System Capable of Automatic Evaluation
†ESAKI, Kazuhiro (esaki.kazuhiro@g.mbox.nagoya-u.ac.jp)
‡NAGAO, Katashi (nagao@i.nagoya-u.ac.jp)
†School of Informatics, Nagoya University
‡Graduate School of Informatics, Nagoya University

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

3. ダンスの VR トレーニングシステム

ダンスのセルフトレーニングシステムでは、通常のダンスレッスンと同じように VR のダンススタジオでお手本のダンスを見ることができ、またユーザーのダンスに対して評価結果を提示し、振り返り・練習の反復を支援する（図 1）。

トレーニングシステムでは、まずメニュー画面で練習するダンスのレッスンを選択する。レッスンを選択後、練習画面に移行すると選択したレッスンに対応したコーチのアバターが出現する。ここでは動画と同じように、コーチのダンスを好きな位置と方向から観察することができる。また、自身のアバターを複製し、好きな位置に配置してコーチと比較して見ることもできる。一通り振り付けを覚えたら、記録画面へ移行する。記録画面では最初から最後まで一通りのダンスを記録する。記録したダンスのモーションデータに対して自動評価モデルを適用し、その出力を元にアドバイスを生成する。練習画面に戻ると同時に評価結果とアドバイスを提示することで、改善点を意識しながら反復練習が行えるようになっている。

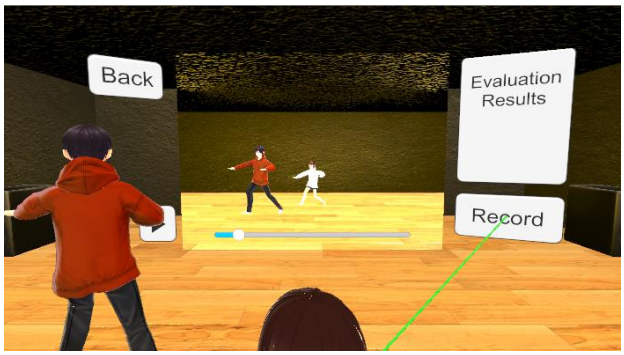

図 1：VR ダンストレーニングシステム

評価結果のフィードバックの方法としては、音声、グラフおよびテキストによるフィードバック、さらにダンスのリプレイによる視覚的フィードバックがある。表 3 に示すように、2 節で述べたダンスの自動評価の結果に基づいて内容を決定する。さらに、直前のダンスと比較して改善したかについてのコメントも提示する。

表 3：フィードバックの内容

評価結果	テキストの例
1.振りの大きさ	体を大きく使って
2.繊細さ	慌てず丁寧に
3.強さ・キレ	もっと力強く
4.その他	体の見せ方を意識して
5.お手本	カンペキだね
6.アドバイスなし	良い感じ

音声フィードバックについては音声合成機能を用いたデータと人間による生の声のデータを用意し、モチベーションにどの程度影響を与えるかを比較する。グラフによるフィードバックでは、図 2 のように自動評価の結果を棒グラフで表示し、また前回との比較を折れ線グラフで表示する。さらに 8 カウントの内のどこを意識するべきかについても説明する。

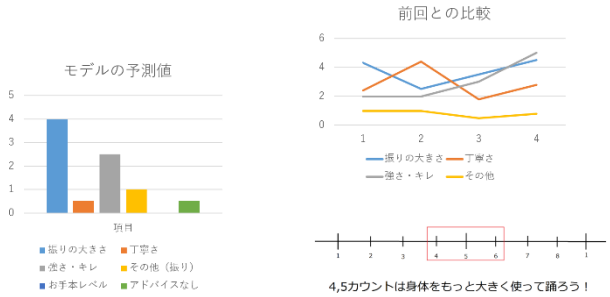

図 2：グラフによるフィードバック

4. 評価実験

VR ダンストレーニングシステムを用いて被験者実験を行い、モチベーションの維持に関する観点やフィードバックの有用性に関する観点からシステムの評価を行う。また、どのタイプのフィードバックがダンスのセルフトレーニングに有効であるかについても調査する。

5. おわりに

ダンスの自動評価ではテストデータに対する損失が増加していることから、過学習していることが予想される。学習に使用したデータは 4 曲分のダンスのデータのみである一方で、ダンスには動きが無数に存在し、今回のデータでは十分であるとは言えない。データをより多く集めるためには、VR では精度の高いトラッキングができる一方で、外部センサーが必要なこともあり、大量にデータを集めるのにはあまり適していない。最近では画像からの 3D 姿勢推定の技術が発展していることもあり、動画でトラッキングができるようになればより多くのデータを収集することができ、様々なダンスに対してより精密な評価が可能になると思われる。

参考文献

[1] 野澤 崇行, Erwin Wu, Florian Perteneder, 小池 英樹. “熟練者の動作の可視化による VR スキートレーニングシステム” WISS, 2019.
[2] Ashish Jaiswal, Ashwin Ramesh Babu, Mohammad Zaki Zadeh, Debapriya Banerjee and Fillia Makedon. “A Survey on Contrastive Self-Supervised Learning” Technologies, Vol. 9, No. 1, 2021.
[3] 西脇絵里子, 小野澤理紗, 北原鉄郎 “ユーザーの習熟度に合わせた初心者向けダンス学習支援システム” 第 76 回全国大会講演論文集, 2014.

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.