

# ディープラーニングを用いた和太鼓における 熟練者の技能自動抽出

堀越大翔<sup>†</sup> 岡誠<sup>‡</sup> 森博彦<sup>‡</sup>

東京都市大学大学院工学研究科システム情報工学専攻<sup>†</sup>

東京都市大学知識工学部経営システム工学科<sup>‡</sup>

## 1 研究背景

スポーツの動きや楽器の演奏などの指導において、コンピュータを用いて動作情報などの解析を行い、技能を形式知化するなどして指導支援をする研究が行われている。しかしながら、これらで生成させる熟練者のデータは、大量のデータの中から解析者が熟練者の特徴を見出すことを手動で行っているため、特徴の取りこぼしがおきかねない。

## 2 技能伝承の関連研究

水越の研究[1]では、和太鼓における技能の抽出・伝承の実験を行った。握力センサ、加速度センサ、モーションキャプチャを用いて専用のバチを握る動作、バチを振り下ろす速さ、演奏者の体勢情報を取得した。そのデータを基に、視覚的かつ直感的に技能指導を行うことが出来るシステムを作成した。しかし熟練者の動きを教師として使っていることで、熟練者の生データをそのまま提示している。そのため、熟練者個人の「癖」までも反映されることが懸念され、「熟練者の技能」と一般化したものを指導できていないと言えない。

豊川の研究[2]では、水越の研究の問題点を解決すべく、熟練者と初心者の和太鼓の動作データを取得し、両集団の違いを解析することによって「熟練者の技能」を明確にする研究を行った。熟練者のバチを振る動作は、楕円の形を描き、楕円の大きさが熟練者の腕の長さとの関係性があることを明確にした(図1)。さらに「熟練者はバチを振る際の力のコントロールが出来ている」ということがパラメータの動きによって明らかになった。しかし、この研究では、人間の手でデータ解析を行っており、大量のデータから熟練者の技能を見出すことが困難であるという問題点がある。また、多数のパラメータやデータの中には、豊川が発見した熟練者の特徴以外の特徴が隠れている可能性がある。

Automatic skill extraction of experts in Japanese drums using deep learning

<sup>†</sup>Hiroto Horikoshi, System Information Engineering, Tokyo City University

<sup>‡</sup>Makoto Oka, Hirohiko Mori, Department of Industrial and Management System Engineering, Tokyo City University

## 3 研究目的

本研究では、和太鼓の演奏動作データを対象に解析を行い、大量のデータの中から自動的に熟練者の演奏動作の特徴を抽出する方法を見出すことを目的とする。熟練者の技能の特徴を明らかにすることで、技能の指導システムにも応用できることが考えられる。

## 4 特徴抽出

本研究では、和太鼓における熟練者と初心者の解析にディープラーニングを用いることによって、熟練者の演奏動作の特徴の自動抽出を行う。ディープラーニングを用いることで豊川の研究で明らかになった特徴以外の発見も期待できる。

### 4.1 ディープラーニングの関連研究

動作や行動といった人間の行動認識は重要な課題だと考え、工藤らの研究[3]では、室内での日常行動解析に向けた環境変化に頑健な行動認識手法の提案を行った。取り扱った「行動」とは、人が意図や目的をもって行う時間的に連続した動作のことである。例えば、「戸を開ける行動」では、手を伸ばし、戸をつかみ、手を引き戻すという連続した動作が行われるが、この全ての段階で「戸を開ける行動」が取られていると捉えられる。このように連続した動作に基づいて認識を行う手法では、行動を構成する動作の数や各動作にかかる時間が行動ごとに異なることが問題となる。そこで、姿勢情報の時系列解析に Recurrent Neural Networks(RNN)の派生手法であり、Long-Short Term Memory(LSTM)を採用した。学習時の勾配消失によって10フレーム程度前までしか参照できないという欠点が存在するRNNに対し、長期的な記憶を可能にした手法であるLSTMを採用したことで、姿勢特徴の時間方向の解析を可能とし、入力の間隔に捉われない学習を実現した。

## 5 システム概要

### 5.1 使用データ

本研究では、豊川の研究で得られた熟練者、初心者の和太鼓の演奏動作データを使用する。データのパラメータは、モーションキャプチャによ

て得られた3次元データ20種類(腰, 胴, 肩, 頭, 左肩, 左肘, 左手首, 左手, 右肩, 右肘, 右手首, 右手, 左腰, 左膝, 左足首, 左足, 右腰, 右膝, 右足首, 右足), バチに取り付けられた加速度センサによる3次元データ, 圧力センサ, 以上22種類(3軸xyzで分割すると64種類)である.

## 5.2 使用モデル

豊川の研究で得られたデータはBPM=60で演奏を行ってもらい, 30秒間程度観測している. fps=30で計測されているため, 計算上1人当たり900フレーム程度の実験データがあり, 1ストローク分のデータは60程度であることから, 長期記憶を可能とするLSTMを使用し, 熟練者, 初心者との2つのラベルに分類するモデルを構築した.

## 6 分類

### 6.1 前処理

豊川の研究より, 右手首の軌道が楕円であることからモデルは, 腕に関するパラメータを重要ととらえて分類を行うと考えた. そこで, 実験データの移動平均を取り, モーションキャプチャデータの右手首のy座標の最下点を基準に1ストロークごとに実験データの分割を行った. その結果, 熟練者では352, 初心者では377の計729ストロークとなった. 本解析では, モーションキャプチャのデータ(3軸で60次元)のみ構築したモデルに入力し, 分類を行った(解析1).

### 6.2 分類精度

LSTMの層を1層, 中間ユニット数を4で学習を行った. また, 1バッチで入力するフレーム数は30とした. 入力データを学習データ, テストデータに分け, 10エポックまでに共に100%に達した. 加速度3軸のみの入力の場合では100エポック学習しても分類が行えなかった. モデルはモーションキャプチャデータから何かしらの特徴を見つけて分類していると考えられる.

## 7 重み分析

### 7.1 入力ゲート

パラメータそれぞれにかかる重みを学習済みモデルから観察した. 入力ゲートでの重みでは, 腕を除く上半身のパラメータがx軸の値に負の値の重みがかかっており, 下半身は全体的に負の重みとなっている. それに対し, 右腕に関するパラメータ(肘, 手首, 手)は3軸正の値とされていた. 一方で左腕のパラメータに同様な結果が得られなかった. これは, 右手首を基準に実験データを分割していることや, 利き腕かどうかに関係している可能性がある. また, データを収集する際, 被験者の正面でなく, 左斜め前方から記録していることによる左右の体勢データに差が出たことが考えられる.

### 7.2 出力ゲート

重みの絶対値の大きさを重要度とし, 重要度の高いユニットを出力から入力までの特定を行った. その結果, 出力ゲートでの重要度の高い重みがかかるパラメータは右腕, 右手となった. それ以外のパラメータでも腕に関するパラメータは重要度が高く表れた. 腕を除いたパラメータで比較的重要度の高いパラメータは右腰, 胸であった.

## 8 検証

7章より, 重みにいくつかの傾向がみられたので検証を行う.

### 8.1 左腕のパラメータについての検証

左腕に関するパラメータでは右腕と同じ傾向が見られなかったことから, 同様のモデルを用いて, 右腕に関するパラメータを除いて解析を行った. その際の分類精度は解析1とほぼ同様の結果となった. 学習済みの重みを見てみると右腕に関するパラメータと同様に左腕に関するパラメータは3軸正の値になるよう学習していた. また, 左手首のy座標の最下点を基準にストロークを切り分けた(計722ストローク)ところ, 右手首で切り分けた場合と大きな違いは見られなかった.

### 8.2 右腕のパラメータのみが判断基準か検証

上半身に関するパラメータにおけるx軸の値, 下半身に関する多くの値が負となったことからノイズを表している可能性があると考えた. そこで両腕のパラメータのみ, 上半身と両腕, 下半身と両腕のパラメータの3パターンの比較を行った. その結果, 精度に関する違いは見られなかった. また, 解析1同様重みを観察したところ腕に関するパラメータ, 特に右手首, 右手には似た傾向が見られた. 新たに右腰のパラメータで同じ傾向が見られるパターンもあった. 下半身と両腕のパラメータでの分類では右腰にも3軸正の傾向が見られた.

### 8.2 腕以外の特徴

これまでの分析で右腰のパラメータにも特徴がある可能性が示唆された. そのため豊川が発見した手首の特徴以外にも発見することが出来れば, 重みから特徴の存在するパラメータを特定することが出来る. 右腰に熟練者の特徴が存在するか分析を行う.

## 参考文献

- [1] 水越あさひ: “和太鼓の技能抽出・技能伝承の研究”東京都市大学卒業論文, (2012)
- [2] 豊川雄太: “データマイニングによる熟練者の技能抽出”東京都市大学卒業論文, (2013)
- [3] 工藤雄太, 指田岳彦, 青木義光: “CNNを用いた姿勢特徴抽出と行動遷移を考慮した人物行動認識”, 電子情報通信学会論文誌, No.7, pp.681-691(2017)