

# 空手の予備動作を小さくするための慣性センサを用いた練習支援システム

金 宏潤<sup>1,a)</sup> 土田修平<sup>1,b)</sup> 寺田 努<sup>1,c)</sup> 塚本昌彦<sup>1,d)</sup>

**概要:** 空手の組手においては、突きや蹴りの直前に予備動作があると相手に攻撃のタイミングを知られてしまうため予備動作の抑制が重要となる。しかし、初心者にとって自分自身の予備動作を正確に把握し、練習で予備動作を小さくするのは困難である。そこで本研究では、加速度データを活用し、初心者が自身の予備動作を直観的に把握できる練習支援システムの構築を目指す。DTW を応用した予備動作の有無を推定する手法を活用した練習支援システムを開発し、予備動作を小さくするための練習をどれほど支援する効果があるのかを評価する実験を行った。実験の結果、提案システムを用いた単発的な練習では予備動作を小さくする効果は見られなかったが、ユーザが自身の予備動作を直観的に把握するのを支援する効果があることがわかった。

## 1. はじめに

空手の競技の一つである組手では、攻撃の際に拳が動く、腕が下がる、肩が上がるなどの予備動作が見られると相手に突きや蹴りのタイミングを知らせてしまい、たとえ速い突きや蹴りを出せたとしても攻撃が簡単に対処されてしまう。そのため、予備動作の減少は組手の上達において重要であるが、初心者にとっては自身の予備動作の正確な把握は困難であり、練習で改善するのは難しい。初心者が予備動作に対する理解を深めるためには、一連の組手動作の中で予備動作部分のみを自動的に検出するシステムが有用である。動作の検出や認識手法として、慣性センサを用いて行動認識を行う研究は多く、様々な姿勢や運動、ジェスチャを認識できる [1]。しかし、本研究で認識したい組手における予備動作は、一般的に波形の重要な部分として着目されないため、予備動作の含まれている突きに対し従来のジェスチャ認識手法 [2] をそのまま適用すると、ただの突きとして認識され予備動作の有無までは認識できない。

筆者らはこれまでに、入力されたデータの中で加速度のピーク値から波形の冒頭部に向かって逆算的に波形を比較し、DTW 距離を基にした独自の計算方法で類似度を計測することで予備動作の有無を推定する新しいマッチング手

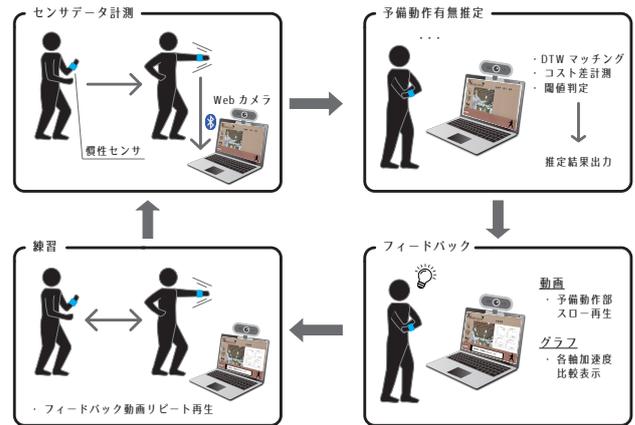


図 1: 提案システムの概要

法を提案した。また、評価実験を行った結果 86.13% の精度で推定できることがわかった。本研究では、加速度データを用いて初心者が自身の予備動作を直観的に把握できる練習支援システムを開発し、本システムで練習を行った際の支援効果を評価した。

## 2. 予備動作を小さくする練習支援システム

慣性センサを活用して予備動作を小さくするための練習を支援するシステムの概要を図 1 に示す。ユーザは順突きを行う側の手首に慣性センサを装着する。システムを開始すると、順突きを行った際の加速度データを計測し、提案手法を用いて予備動作の有無を推定する。順突きを行っている様子は Web カメラで撮影し、予備動作が見られた場合は該当する部分をスローに加工した動画を生成する。ま

<sup>1</sup> 神戸大学大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering, Kobe University

a) kwangyun-kim@stu.kobe-u.ac.jp

b) tuchida@eedept.kobe-u.ac.jp

c) tsutomu@eedept.kobe-u.ac.jp

d) tuka@kobe-u.ac.jp

表 1: 「予備動作あり」と判定した突きの数の増減結果

システム	使用				非使用			
	A		B		C		D	
被験者								
計測手法	提案手法	目視	提案手法	目視	提案手法	目視	提案手法	目視
練習前	15	19	4	10	25	36	0	26
練習後	17	10	1	21	9	17	0	22
結果	+2	-9	-3	+11	-16	-19	± 0	-4

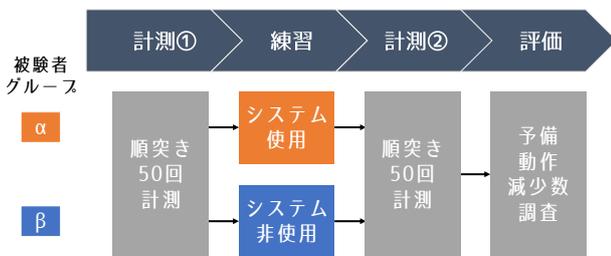


図 2: 練習支援効果評価実験の実験手順

た、入力データと予備動作なしデータセットの3軸における加速度を比較したグラフを描画する。推定結果をテキストと生成した動画やグラフを表示しフィードバックする。ユーザはフィードバックされた結果を参考に練習し再度計測を行うことで、自身の予備動作について直観的に把握でき、効率のよい練習を行える。

### 3. 練習支援効果評価実験

#### 3.1 実験内容

評価実験の被験者は大学空手部に所属する空手初心者の方4名(10代男性2名, 10代女性2名)である。実験手順を図2に示す。まず練習前に現段階での予備動作が見られる突きの数を調べるため50回分の順突きにおける加速度データを計測する。次に被験者は2つのグループに別れ、片方は提案システムを使いながら、もう片方は鏡だけを見ながら自力で30分間練習を行う。最後にもう一度50回分の順突きにおける加速度データを計測し、練習前の計測時と比べどれほど予備動作が見られる突きの数が減少したのかを調査した。予備動作が見られる突きの数は、提案手法で推定した結果と空手熟練者3名による目視での結果の2種類で比較を行う。また練習後に、提案システムを使用した際の使いやすさやフィードバックのわかりやすさに関するアンケートを実施した。

#### 3.2 実験結果と考察

提案システムを用いて予備動作を小さくする練習を行った結果を表1に示す。被験者A, Bは提案システムを使用して練習を行い、被験者C, Dは鏡だけを見て練習を行った。練習前後に計測した50回の順突きの中に見られた予備動作の数を比較したところ、提案システムを用いた単発

の練習による予備動作の数の減少効果は確認できなかった。その理由としては、たった30分の練習では大きな効果を得ることができない、もしくは支援効果を評価するための順突きの計測回数が50回では少なかつたためなどが挙げられる。予備動作というものは長期間の練習の間に自然と癖付くものであり、短い時間での練習では意識はできても完全に抑えるのは難しいと考える。

提案システムを用いて練習を行った被験者A, Bにアンケートを実施した結果、提案システムを用いることで予備動作を小さくする練習の支援になったと感じたのかという質問に対しては2名とも高いスコアをつけており、特に動画によるフィードバックは満点でわかりやすいと回答した。それに対し、グラフによるフィードバックについては評価が分かれ、グラフをただ表示するのではなくどの軸が動いているなどのアドバイスが出れば、よりわかりやすいと感じたとの意見もあった。

### 4. まとめ

本研究では、空手の予備動作を抑えるため、DTWを応用して予備動作の有無を推定する手法を活用した練習支援システムを開発した。また、提案システムを用いた練習の支援効果を評価する実験をした。実験結果により、予備動作が含まれる突きの数の大きな減少は確認できなかったが、システムのフィードバックにより自身の予備動作への理解を促進し、効率的な練習ができる可能性を確認した。今後は提案システムの有効性を明確にするため、練習期間を増やし実験を行い、より使いやすくわかりやすいインターフェースの開発に取り組む。

**謝辞** 本研究の一部は、JST CREST(JPMJCR18A3)の支援によるものである。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- [1] W. Jiang and Z. Yin: Human Activity Recognition Using Wearable Sensors by deep Convolutional Neural Networks, *Proc. of The 23rd ACM International Conference on Multimedia*, pp. 1307-1310 (Oct. 2015).
- [2] M. Masnad, G. M. Mukit Hasan, K. M. Iftekhar, and M. S. Rahman: Human Activity Recognition Using DTW Algorithm, *Proc. of 2019 IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP)*, pp. 39-43 (June 2019).