

少林寺拳法における逆突きの熟練度評価モデルの構築

An Expertise Evaluation Model on Reverse Punch in Shorinji Kempo

鈴木和樹¹ 伊藤毅志¹

Kazuki Suzuki¹, Takeshi Ito¹

¹ 電気通信大学大学院情報・ネットワーク工学専攻

¹ Graduate School of Engineering and Informatics,
The University of Electro-Communications

Abstract:

In this research, we tried to construct a proficiency evaluation model assuming to use for learning support with the reverse punch in Shorinji Kempo as a theme. First of all, from the survey questionnaire conducted beforehand for seven experts, we investigated the index which is considered important in the backstroke of Shorinji Kempo. As a result, I found an important method that multiple experts point out. After that, a measurement experiment on reverse punch was conducted against three groups of inexperienced group, experienced group, experts group. As a result of analyzing using preliminary survey indicators, we confirmed a significant difference between inexperienced group, experienced group and skilled group in all indices. Next, a proficiency evaluation model was proposed using indices that showed significant differences from the measurement experiment. We evaluated six participants with different degrees of skill using the proposed evaluation model, and compared with subjective evaluations by experts. The root mean square error (RMSE) between the evaluation by model and one by experts was 0.91 from the evaluation of 2 out of 3 experts, and even a large error was 2.1. Spearman's rank correlation coefficient also showed a strong correlation of 0.7 or more with each expert. From this, we confirmed that the proposed evaluation model is evaluating close to the subjective evaluation by experts. From this result, we confirmed that the effectiveness of the proposed method of the skill evaluation model used in this study.

1 序論

武道や茶道、華道などでは、技術面と精神面どちらも学ぶことが求められる。その習得においては、まずは技術的な型を学び、その後精神面の修養がなされる。本研究で題材とする少林寺拳法でも、初心者においては、基本的な型の習得が求められる。その土台の上でより高度な技術の習得が行われていく。そして、その過程で型に込められた精神的な意味の理解が求められ、より深い武道の精神が培われていく。

ここで挙げた型の修得と精神面の修養は、学習指導要領の改訂により 2012 年より始まった武道必修化の中の修得目標としても掲げられている[1]。しかし、初心者が型を習得するには、そもそも一定の時間がかかる上に、学校教育という限られた時間での指導であるという点も考えると、次の二つの問題が挙げられる。

一つ目は教える側のリソースの問題である。教員は新種目への対応に加えて、教員数は減少傾向にあ

り教員のリソースが足りていない[2]。二つ目は型の指導自体の難しさである。学習者が型を習得するためには、見本と自分の動きの違いに気づき、自分の動きを調整して見本に近づけることが必要である。しかし、型というものは言語化が難しいため、学習者自身、何がどこまで達成できているのか実感することが難しい。ひたすら反復練習を強要されるだけの学習では学習者のモチベーションも上がらない。また、一人ひとりに合わせて非言語的な体感の違いを指摘することも指導者のリソース的に難しい。

こういった背景から武道の型の修得を効率的に促す手法が求められている。本研究では少林寺拳法を題材として、武道の学習における型の学習をモデル化し、熟練度を点数化して学習者に視覚的に提示することで効率的に修得支援を行う手法について考察する。

2 少林寺拳法

2.1 少林寺拳法とは

少林寺拳法とは、宗道臣が人づくりと平和で物心共に豊かな社会の実現を目的として 1947 年に香川県多度津町で創始した武道である[3]。宗道臣は、中国在住時に学んだ拳技に創意工夫を加えて、多くの人が楽しみながら学べるような新しい技術体系を目指して整理、再編して少林寺拳法を広めていった。少林寺拳法は人々の心身の修練と平和的手段による社会変革を目指して創始されたため、単純に腕力の強い人や技の上手な人を育てるためではなく、老若男女幅広く学べるように作られている。

2.2 少林寺拳法における逆突き

少林寺拳法における逆突きは、最も基本的な技のひとつとして入門後すぐに習う技である。逆突きは入門後だけでなく昇級・昇段審査の時にも必ず審査される技であり、段位問わず様々な技の中でも逆突きが用いられている。そのため、少林寺拳法の技の中でも初心者から熟練者までの間で使用頻度が高く、熟練度による違いが出やすい技であると言える。そのため、本研究のテーマ課題として設定した。

まず逆突きの動作の流れを下の図 1 に示す。逆突きは通常、構えた状態から「運歩」と呼ばれる前後に動く動作とセットとなる一連の突きの動作から構成される。本研究でもその考えに従って、実験で扱う逆突きを運歩とセットで行うことにした。以降、簡単のため本研究での「逆突き」とは以下の 3 つの動作によって構成される技のことを表し、各動作に着目する時は番号で呼称する。例えば“前に一步入る”動作は、“手順 1”と表す。

手順 1：前に一步入る

手順 2：逆突きを行う

手順 3：後ろに一步下がる

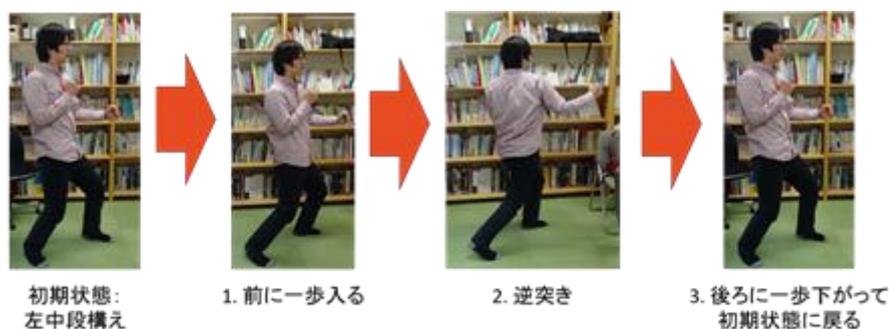


図 1 逆突きの動作の流れ

3 関連研究

3.1 動作計測に関する研究

計測技術の発達を背景に様々なスポーツ・武道において動作計測の研究が盛んに行われている。題材は多岐にわたり、スポーツでは野球やバスケットボール、フェンシングなど型(フォーム)が重要となる種目で特に多くの研究が行われている[4][5][6]。

武道においてもスポーツ分野と同様に型が重要となる剣道や空手、少林寺拳法などで研究が行われている[7][8][9]。動作計測の研究の延長として実験によって群間で違いの見られた特定部位の数値データを用いた学習支援システムの開発を目的とする研究も行われている[10][11][12]。これらの研究の目的は主に、異なる熟練度の参加者の特定の動作を行った時の特定の部位の数値的な違いを明らかにし、それらをフィードバックすることである。しかし、スポーツ・武道の動作を一部分のみのデータだけで説明することは十分とは言えず、また一部分のデータのみを用いた学習支援も十分とは言えない。十分な学習支援を行うためには、学習者の動きを総合的に評価するシステムが必要である。

これまでの動作計測の研究では、動作計測機器として慣性センサ、もしくは MoCap のどちらか一方が用いられている。慣性センサは特定の部位を高精度で計測でき、MoCap は複数の部位をある程度の精度で計測することができる。計測したい動作に合わせて計測機器を使い分けることが重要である。斎藤らは、2 つの慣性センサを用いて野球投球時の体幹回旋と前腕回内の角速度と投球スピードの関係を調査した[4]。結果として体幹回旋と体幹前傾が投球スピードに影響を与えることを確認した。この研究からも素早い回旋動作に対して、慣性センサの有効性が確認できる。しかし、慣性センサの欠点である多数の点を計測できない問題により、体幹背部と右前腕の 2 点と投球スピードの関係のみしか計測できてい

ないため、その他の身体部位が投球スピードに与える影響を調査できていない。次に岩本らは MoCap を用いてボクシングのストレートパンチ時の腰の回旋角度や角速度、角度変位時間などを計測した[13]。結果として、未経験者と経験者の間で最大回旋角度と最大角速度で有意差があったが、角度変位時間では有意差がなかった。ここで有意差がなかった角度変位時間のようなタイミング・時間に関する指標は計測機器のサンプリングレートの影響を受けやすい。そのため、慣性センサに比べてサンプリングレートで劣る MoCap では計測データに影響が出る可能性がある。

これらの研究から、慣性センサと MoCap のどちらか一方のみを用いるだけでは、スポーツ・武道などの素早い動作が求められる分野において、学習者を総合的に評価するモデルを構築することは難しい。そのため、本研究では精度の高い慣性センサと全身を計測できる MoCap を併用することで計測できる評価指標を増やし、対象を総合的に評価することを目指す。

3.2 熟練度評価モデルに関する研究

動作計測の研究から発展し、動作の様々な部位を見て熟練度を評価するモデルの研究が行われている。近年では、居合道を題材とした熟練度評価モデルの研究として、崔らと高橋らの研究がある[14][15]。崔らは未経験者と経験者を熟練度で分類することを目的として主成分分析とクラスター分析を用いた分類を行った。高橋らは熟練者の主観評価を客観的な指標に置き換えることを目的として、熟練者の評価から相関分析法により熟練者評価モデルを構築し、MoCap の計測データから構築した評価モデルと比較した。

これらの研究より、熟練度評価モデルの構築手法の有効性が示唆された。しかし、崔らの研究では、モデルの評価が 2 値分類に留まっており、学習支援に用いるには不十分である。高橋らの研究では競技で用いられる型を題材としており、競技の評価指標をモデルにそのまま利用できた。しかし、本研究で題材とする逆突きのように評価指標が明確に定まっていない題材に対して高橋らのモデル構築手法をそのまま用いることは難しい。

そのため本研究ではまず、逆突きで重要とされる部位などを複数人の熟練者に対して調査し評価指標を選定する。そして、未経験者・経験者・熟練者の 3 群に対して熟練度によって違いが現れる評価指標を調査する。最後に、実験により熟練度によって違いの現れた評価指標を用いて熟練度を数値化できる

モデルの構築を目指す。

4 予備調査

4.1 目的

少林寺拳法の指導者とされる四段以上の人を対象に逆突きを指導する際に留意すべき点や重視される身体部位などについてアンケート調査を行い、調査結果をもとに熟練度評価モデルの作成に必要な評価指標を明らかにする。

4.2 手法

4.2.1 調査対象者

少林寺拳法四段~七段の指導者 7 名(経験年数 Ave. = 28.43 年 S.D. = 11.15 年)

4.2.2 質問内容

調査対象者には、「指導で着目する身体部位」、「熟練度によって違いが出やすい身体部位」など指導に関する 6 項目の質問に回答させた。

4.3 結果

自由記述形式の回答を分析するために以下に示すタグを用いてタグ付けを行ったところ回答内容を分類することができた。

- ・構え…“手の高さ”, “手の握り”
- ・手…“突きの軌道・引き”, “逆手の引きつけ”
- ・肩腰…“肩腰の回旋”, “肩腰の連動”, “体幹のブレ”
- ・足…“突いた時の両足の幅”, “前足の開き具合”
- ・その他…“スムーズさ”, “気合”, “動作の意味”

この中で、“手の握り”, “気合”以外のタグは 2 人以上が言及していた。次に指導で着目する身体部位と熟練度によって違いが出やすい身体部位に対する回答結果を表 1 に示す。

表 1. 身体部位に関する調査の回答結果

	頭	手	腕	肩	腰	足	その他
指導時	0	2	0	3	4	7	1
熟練度	1	3	0	2	4	5	2

指導時に関する質問では足が最も票数が多く、次に多かったのは腰であった。熟練度に関する質問では、足が最も票数が多く、次に多かったのは手であった。

4.4 考察

調査結果で行ったタグ付けに用いたタグの中から複数人が言及していたものを評価指標とした。ただし、“動作の意味”に関しては計測できないため本研究では除外した。

表 2. 定義した身体との対応関係の評価指標

分類されたタグ	身体との対応関係の評価指標	計測装置
肩腰の回旋	肩・腰の最大回旋角度	慣性センサ
	肩・腰の最大角速度	
肩腰の連動	肩・腰の回旋し始めの時間差	慣性センサ
突き手と逆の手の引きつけ	左腕の最小関節角度	MoCap
構えの時の手の位置	右手・左手の胴体の長さに対する高さ	MoCap
	右腕・左腕の初期関節角度	
	両手の高さの差	
突いた時の両足の幅	初期足幅と突き時の足幅の差	MoCap

次に分類されたタグについて計測するために身体との対応関係を定義した。本研究では、崔らと岩本らの研究を参考に評価指標を定義した。タグ毎に定義した評価指標を表 2 に示す。

5 実験

5.1 目的

未経験者・経験者・熟練者の 3 群間において調査アンケートで得られたタグに関する評価指標を慣性センサと MoCap を用いて計測する。そして得られた評価指標のデータを分析することで熟練度による違いを明らかにし、タグに関する評価指標の有効性を確認する。

5.2 手法

5.2.1 実験参加者

未経験者 6 名…武道未経験，経験年数(Ave.=0 年, S.D. = 0 年)

経験者 12 名…初段，経験年数(Ave.=3 年, S.D. = 0.5 年)

熟練者 6 名…四段以上，経験年数(Ave.=25 年, S.D. = 13 年)

5.2.2 測定装置

慣性センサ:株式会社スポーツセンシング DSP 乾

式筋電センサ(加速度/角速度)×2, サンプリングレート 1kHz, 無線形式, 加速度レンジ±16G, 角速度レンジ±2000dps.

Motion Capture : Noitom Perception Neuron2.0, サンプリングレート 120Hz, 有線形式, 加速度レンジ±16G, 角速度レンジ±2000dps.

5.2.3 手続き

実験参加者には実験で行う動作が逆突きであること、慣性センサ及び MoCap を身体に装着すること、身体を計測することなどの実験の説明を行った。その後、未経験者には教示動画を 30 分程度視聴させ、その場で逆突きの練習をさせた。この時使用した教示動画は中学校武道必修化指導書映像集の“左中段構え”と“内受け突きの攻者(逆突き)”の映像である[16].

計測装置を装着する前に評価指標に必要な身体情報を、MoCap に付属している身体計測マニュアルに従い計測した[17]. 慣性センサと MoCap を装着後、参加者には計測開始の合図として音に合わせて逆突きを 1 回行うように教示をした。計測は以下の流れで行った。

1. 初期状態として左中段構えの状態にさせる。
2. その状態を MoCap の Zero 地点に設定する。
3. 計測開始の合図として音による合図をする。
4. 音に合わせて参加者に逆突きを 1 回行わせる。

これを 1 回の計測として、この一連の行動を各参加者 10 回行わせた。

5.3 結果

各評価指標の群間の有意差検定を行う前に Kolmogorov-Smirnov 検定を用いて正規分布との適合度を調べた。結果、未経験群は 4 つの指標を除いて、経験群は全ての指標で、熟練群は 1 つの指標を除いて $p>.05$ となり正規分布にしたがっていると仮定できた。次に各評価指標に関する群間の有意差検定の結果を表 3 に示す。

表 3. 各評価指標に関する群間の有意差検定の結果

タグ名	評価指標名	未-経	未-熟	経-熟
肩腰の回旋	肩の最大回旋角度	**	**	-
	腰の最大回旋角度	**	**	**
	肩の最大角速度	**	**	-
	腰の最大角速度	**	**	**
肩腰の連動	肩と腰の回旋し始めの時間差	**	**	*
突いた時の両足の幅	右足の引き寄せ距離	**	**	-
構えの手の位置	胴体に対する左手の高さ	**	**	-
	胴体に対する右手の高さ	**	**	-
	左腕の初期角度	**	**	-
	右腕の初期角度	**	**	**
突き手と逆の手の引きつけ	両手の高さの差	**	**	-
	左腕の最小角度	**	**	*

**: $p < .01$ *: $p < .05$ -: $p > .05$

5.4 考察

少林寺拳法未経験者群と経験者群、熟練者群の計3群における計測結果について考察する。表3より全ての評価指標において未経験者と他2群の間では平均値に有意差があった。このことから、熟練度に影響を与える評価指標を定義できたことを確認した。そして、未経験者とその他2群で有意差があった評価指標は、熟練度評価モデルの評価指標として利用できると考えられた。

6 熟練度評価モデル

6.1 目的

実験により得られた経験者のデータから初段までの熟練度を評価できる評価モデルを構築する。そして、構築した評価モデルが熟練度の異なる参加者のデータに対して行った評価と熟練者の主観評価を比較することで構築したモデルの精度を検証する。

6.2 手法

経験者のデータは正規分布に従っていると仮定できたため、正規分布の性質を利用して熟練度を10段階で評価できるモデルを提案する。正規分布には $\mu \pm \sigma$ の範囲に約68%のデータが分布しており、 $\mu \pm 2\sigma$ の範囲には約95.5%、 $\mu \pm 3\sigma$ の範囲には約99.6%といった性質がある。この性質を利用してある指標のデータ x が得られた時に、式(1)により算出した z スコアの値が分布のどの位置に存在するかによって熟練度を決定した。

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

スコア付けの間隔は、 z スコアの値が ± 3.0 より外側

を0点、 ± 0.3 の範囲を10点としてそこから ± 0.3 間隔で9,8,7点とした。各評価指標を10点満点で採点し、それらをタグ毎に平均してタグの点数とした。最後に各タグの点数を全て平均して総合点とした。

6.3 検証

検証では表4に示す実験とは異なる参加者を6名用意し、実験と同様の手順で逆突き1回のデータを計測した。この時、ビデオカメラで逆突きの様子を撮影し、その様子を熟練者3人に評価させた。熟練者には“あなたが思い浮かべる平均的な初段の選手を10点満点として採点してください”という教示を与えた。

表 4. 検証参加者の段位と経験年数

参加者名	級位・段位	経験年数
参加者 A	なし	0年
参加者 B	なし	0年
参加者 C	6級	1年
参加者 D	4級	1年
参加者 E	初段	2年
参加者 F	初段	3年

6.4 結果

熟練者の主観評価結果とモデルの評価結果を表5に示す。分析では主観評価と評価モデルの点数を比較するために二乗平均平方根誤差(RMSE)とスピアマンの順位相関係数を算出した。加えて各評価指標の寄与率を算出するために、モデルの各評価指標の点数を説明変数、熟練者の平均点を目的変数とした標準重回帰分析を行った。RMSE、順位相関係数の結果を表6に、標準重回帰分析の結果を表7に示す。

表 5. 各熟練者の主観評価と評価モデルの評価結果

参加者	熟練者 A	熟練者 B	熟練者 C	熟練者平均	評価モデル
A:未経験	3	2	5	3.3	4
B:未経験	3	3	7	4.3	3
C:6級	5	8	7	6.7	7
D:4級	7	7	10	8	7
E:初段	9	9	10	9.3	9
F:初段	10	10	10	10	10

表 6. 熟練者評価とモデル評価の RMSE と相関係数

	熟練者 A	熟練者 B	熟練者 C
RMSE	0.91	0.91	2.1
順位相関係数	0.94	0.92	0.77

表 7. 標準重回帰分析の結果

タグ名	評価指標名	標準回帰係数
	切片	0
肩腰の回旋	肩の最大回旋角度	-0.059
	腰の最大回旋角度	0.059
	肩の最大角速度	0.34
	腰の最大角速度	0.20
肩腰の連動	肩と腰の回旋し始めの時間差	0.36
突いた時の両足の幅	右足の引き寄せ距離	0.15
構えの手の位置	胴体に対する左手の高さ	0.074
	胴体に対する右手の高さ	0.13
	左腕の初期角度	0.013
	右腕の初期角度	-0.18
	両手の高さの差	-0.039
突き手と逆の手の引き	左腕の最小角度	-0.030

6.5 考察

6.5.1 主観評価と評価モデルの比較

評価モデルと熟練者の主観評価について考察を行う。表 5 より評価モデルは熟練度が上がるにつれて高い点数をつけることができている。表 6 の RMSE の結果について、熟練者 A, B の行った主観評価との RMSE は 1 点以内であり、評価モデルを用いても熟練者の主観評価に近い採点ができたとと言える。熟練者 C との間で RMSE が 2.1 と比較的大きな誤差があった原因として、熟練者 C の採点方式が加点方式であったためと考えられる。熟練者 C は評価後のコメント時に、10 個の評価項目を挙げ、それら 1 項目につき 1 点を加点する方式を取っていた。そのため、熟練者 C の評価は他の熟練者と比べても高い点数であったと考えられる。結果、評価モデルの採点結果と比べて、未経験者の点数について誤差が大きくなり RMSE が大きくなったと考えられる。

同じく表 6 のスピアマンの順位相関係数の結果について、各熟練者と評価モデルの間で 0.7 以上の強い相関が見られた。このことから評価モデルが熟練者の主観評価に近い精度で採点できたと言える。

6.5.2 評価指標の寄与率

表 7 の標準重回帰分析の結果について考察を行う。各指標の標準回帰係数については、最も寄与率の高かったのは肩と腰の回旋し始めの時間差であった。肩腰の連動は、実験前の調査アンケートでも複数の熟練者が言及していた重要な指標であった。この点について寄与率からも、肩腰の連動は少林寺拳法の

逆突きにおいて重要とされる指標の一つであることが確認できた。

次いで大きかった肩と腰の最大角速度は、肩腰の回旋のキレを表している。少林寺拳法では、肩腰の回旋が十分かどうか重要な指標の一つである。初心者のころは十分に肩腰を回旋させているかを測る回旋角度が着目されている。しかし、熟練度が上がるにつれて肩腰の回旋角度だけでなく角速度、つまり肩腰の回旋のキレが熟練度を測るうえで重要な指標になってくることが示唆された。

7 結論

本研究では、少林寺拳法における逆突きを題材として、学習支援に用いることを想定した熟練度評価モデルの構築を目指した。本研究の結論として、熟練者の主観評価に近い精度で初段までの熟練度を評価できるモデルを構築できた。このことから、構築したモデルを用いることで指導のハードルを下げ、指導の時間的コストを削減できるなど、指導者の負担を軽減できる可能性がある。

今後は調査アンケートにあった突きの軌道・引きなどの評価指標を追加することでモデルの精度を高める。熟練度評価モデルを用いた学習支援の効果について考察を行う必要がある。

参考文献

- [1] 文科省: 中学生学習指導要領解説 保健体育編, [http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2011/01/21/1234912_009.pdf\(2008\)](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2011/01/21/1234912_009.pdf(2008))
- [2] 山崎博敏: 今後の小中学校教員需要の動向について, 国立教員養成大学・学部大学院附属学校の改革に関する有識者会議 (第 1 回) 配付資料 2, [http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/077/gijiroku/_icsFiles/afieldfile/2016/09/21/1377405_1_3.pdf\(2016\)](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/077/gijiroku/_icsFiles/afieldfile/2016/09/21/1377405_1_3.pdf(2016))
- [3] 一般社団法人 SHORINJI KEMPO UNITY: 少林寺拳法読本, 財団法人少林寺拳法連盟, (2010)
- [4] 斎藤健治, 井上一彦, 井上伸一: 加速度センサにより計測した野球投球時の体幹および前腕の運動と投球スピードの関係, 人間工学, vol.48, No.1, pp40-47, (2012)
- [5] 安松谷亮宏, 曾我真人, 瀧寛和: バasketボールのシュート時の熟練者と初心者の全身フォーム比較分析と学習支援環境の設計, 人工知能学会全国大会, Vol.25, pp1-4, (2011)
- [6] F. Malawski, B. Kwolek.: Real-Time Action Detection and

Analysis in Fencing Footwork., 40th International Conference on Telecommunications and Singnal Processing (TSP), pp.520-523, (2017)

- [7] 大野達哉, 中村充, 中野雅貴, 他: 剣道の正面打撃動作に関する研究-腰の移動に着目して-, 武道学研究, vol.47, No.2, pp85-101, (2014)
- [8] 大道等: “突き”動作の重心三次元解析, 武道学研究, Vol.20, No.2, pp185-186, (1987)
- [9] 喜福康郎, 池上康男: 少林寺拳法, 空手の有段者および未経験者の突きのフォームのフィルム分析, 日本体育学会, Vol.33, 17-1005-0576, pp.452, (1982)
- [10] 林敬佑, 吉田健治, 堀内匡: モーションセンサを用いた打撃動作の認識と可視化に関する検討, 日本知能情報フアジィ学会誌, vol.27, No.6, pp936-941, (2015)
- [11] 河田俊, 安田和弘, 岩田浩康: フリースロー初心者のための BF 型セット・フォーム習得支援 RT の開発, 日本機械学会論文集, Vol83, No.851, pp(2017)
- [12] Shih-Yu Huang, Kuei-Pin Kuo, Yi-Hsuan Lin.: A golf swing analysis system using Wii balance board and Kinect sensors for novice players., Multimedia Tools and Applications, Vol.74, pp.10679-10696, (2015)
- [13] 岩本直也, 藤大樹, 勝平純司, 他: ボクシング・ストレートパンチの動作分析—三次元動作分析システムを用いて—, 理学療法科学, vol.27, No.3, pp.341-344, (2012)
- [14] 崔 雄, 高橋健太郎: 身体動作の特徴パラメータを用いた居合道の熟練度に関する定量化, 武道学研究, vol.45, No.1, pp.35-45, (2012)
- [15] 高橋淳二, 板東央晃, ロベスギヨーム: 居合道における熟練度評価基準の分析とモーションキャプチャ計測による定量評価, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol.21, No.3, pp.541-548, (2016)
- [16] 日本武道協議会: 日本武道協議会設立 40 周年記念中学校武道必修化指導書映像集 Vol.3.
- [17] Noitom: Perception Neuron 2.0 Skeleton measurement, <https://www.aiuto-jp.co.jp/download.php?id=49>, (2019-1-18)