

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11529

研究課題名（和文）球技スポーツでの質的評価の自動化を目指した攻撃行動時の量的データモデルの開発

研究課題名（英文）Development of Data Model for Attacking Behavior in Ball Sports

研究代表者

市村 志朗（Ichimura, Shiro）

東京理科大学・教養教育研究院野田キャンパス教養部・教授

研究者番号：30408702

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、球技スポーツにおいて、試合や練習時に得ることの出来る選手の位置情報や移動量や移動軌跡から「どのように」、「どのような」といった質的行動を、可能な限り人の依存せずに計測機を用いて評価する手法のためのデータモデルを開発することを目的とした。ハンドボールの試合のセット攻撃シーンでの攻撃者たちの行動パターンがイラスト作成アプリケーションを用いて描写され、22の攻撃行動パターンに分類した画像データセット（2344枚）を作成した。本データセットを用いて、機械学習による画像分類を行った。

その結果、本研究での24種類の攻撃行動パターンの分類モデルにおいては、89.3%の精度を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、一部精度に球技スポーツの質的な行動を理解するための補助として、ハンドボールの選手の移動軌跡から「どのように」、「どのような」といった質的行動を行っているかを機械学習の画像分類手法にて分類することを可能とした。その結果は、質的ゲーム分析の最大の問題点であった分析者による結果のばらつきを少なくすることが可能とする。また、このような手法の発展は、熟達したコーチや選手のみが有している複数選手の動きで構成された戦術行動がどのような狙いを持っているのかを把握することのできる能力を未熟なコーチや選手に拡張させることが可能となる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop a data model for evaluating the qualitative behavior of offensive behavior in ball sports based on the player's position information, movement amount, and movement trajectory that can be obtained during games and practices. We created an image data set (2344 images) classified into 22 attacking behavior patterns in organized attack scenes of a handball match using an illustration creation application. Using this dataset, we performed image classification by machine learning.

As a result, 89.3% accuracy was achieved in the classification model of 24 types of attacking behavior patterns in this study.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：機械学習 画像分類 ハンドボール 攻撃行動

1. 研究開始当初の背景

球技スポーツにおいて、熟達したコーチなどは、複数の選手の動きで構成されて戦術行動でどのような狙いを持ってそれら選手が移動しているのかを把握することが出来ているが、未熟達なコーチや選手は、このようなことを把握することは難しい。未熟達なコーチや選手が球技スポーツの質的な戦術行動を理解するための補助として量的データや選手の動きの軌跡を用いて、複数選手の動きを分類することで、質的な戦術行動を明らかに出来ると着想した。

2. 研究の目的

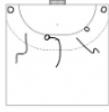
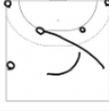
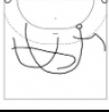
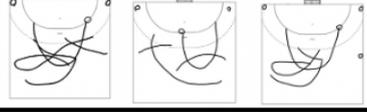
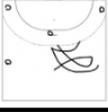
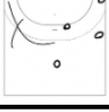
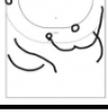
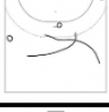
本研究課題では、球技スポーツの質的な行動を理解するための補助として、選手の位置情報や移動量や移動軌跡から「どのように」、「どのような」といった質的行動を、可能な限り人の依存せずに計算機を用いて評価する手法のためのデータモデルを開発することを目的とした。このような選手の行動データモデルの開発は、分析者が選手達の行動を認知・判断していた部分を計算機に判断させることが可能となり、その結果、質的ゲーム分析の最大の問題点であった分析者による結果のばらつきを少なくすることが可能となると考えられる。

3. 研究の方法

本研究目的達成のために、研究開始当初はハンドボールの攻撃局面での攻撃している選手達の行動を GPS・UWB や得られた映像から 2 次元 DLT 法にて定量化し、その選手移動量データから「どのように」、「どのような」組織的な攻撃行動を行っているのかを分析していた。しかしながら、新型コロナウイルス感染症蔓延による行動制限や無観客試合などの影響で、GPS・UWB での選手移動量計測や 2 次元 DLT 法にて分析するための映像の取得が難しくなり、研究計画当初の方法での研究継続が困難となった。そこで、新たな代替データ収集方法として、これまで取得した試合映像およびインターネットなどで放送されている試合映像を用いて、攻撃選手達の移動軌跡を手書きにて作画し攻撃パターン画像を作成し、それらの画像を用いた機械学習による画像分類を行い、複数選手による異なる攻撃行動を質的な戦術行動として分類するモデルを作成した。対象とした試合映像は、2019 年ハンドボール男子世界選手権および 2021 年ハンドボール選手権のメインリーグよりランダムに 20 試合を選出した。これら 20 試合からセット攻撃シーン映像を抽出（1172 シーン）した。抽出されたセット攻撃シーンは、15 種類の攻撃パターンに分類された。またこれら 15 種類の攻撃パターンのうち、3 つの攻撃パターンにおいては、それら攻撃パターンでの行動中に他の攻撃パターンを複合したものや 1 回目の攻撃行動に連続して 2 回目の組織的な攻撃行動がみられた。したがって、この 3 つの攻撃パターンについては、より細分化して分類した。その結果、最終的に攻撃セットシーンは、24 種類の攻撃パターンに分類された。分類された攻撃パターンでの攻撃シーンの映像をもとに、イラスト作成アプリケーションを用いて、24 種類のそれぞれの攻撃パターンでの複数選手の攻撃行動を描写し、画像データとして保存した。機械学習にて画像分類を行うためのデータセット作成時には、24 種類の攻撃パターン画像データのうち、非常に類似した 3 つの攻撃パターンは 1 つの攻撃パターンと定義したことから、最終的には、22 種類の攻撃パターンに分類された画像

データセットを作成した（表1）。また、学習効率を向上させるために、すべての画像は左右反転させて複製し、データ拡張を行った（2344枚）。

表1 攻撃パターン画像データセット

クラス名	収集画像 データ数	作画例	クラス名	収集画像 データ数	作画例
0	64		WingTransition _PV1-2	408	
2	98		WingTransition _PV1-2out	50	
5	48		WingTransition _PV1-2+CtoB	88	
6	140		WingTransition _PV1-2+Yugo	74	
7	44		Yugo_Attack	54	
7d	128		Yugo_French	126	
10	168		Yugo+CtoB	114	
10+ α	38		Yugo+CtoB2	28	
11	342		Yugo+6	14	
BackWingCross	22		Yugo +WingTransition	34	
BtoC	26				
CtoB	50				

それぞれのクラスにおいて、教師付モデルを構築するために85%のデータ画像をトレーニングに用いた。残りのデータ画像の15%は、モデル検証のために使用された。これらの画像を用いた機械学習にはGoogle社のTeachable Machine

(<https://teachablemachine.withgoogle.com/>)を使用した。Teachable Machineの詳細設定では、エポックを50、バッチサイズ16、学習率を0.001に設定した。

4. 研究成果

その結果、本研究での 22 種類の攻撃行動パターンの分類においては、89.3%の精度を達成した (https://teachablemachine.withgoogle.com/models/Pn_MiDSv-/)。図 1 には、エポックごとの精度、エポックごとの損失を示した。これらの結果より、本研究にて用いたような映像を視聴し、複数選手の攻撃行動を作画、画像化したデータセットを用い機械学習での画像分類を行うことで、複数選手の質的な戦術行動を明らかに出来る可能性が示された。

表 2 には、それぞれのクラスでのテスト時の精度を示した。また、図 2 には、本モデルでの混同行列を示した。多くのクラスで精度は 80%以上を示したが、Yugo に関してはその精度は低値であった。その理由として考えられることとして、Yugo と Yugo_Attack と Yugo_French は非常に類似する選手行動であったこと、また Yugo は、その攻撃行動単体として利用されるだけでなく、Yugo に続いて、

Yugo+CtoB、Yugo+CtoB2、Yugo+6、Yugo+WingTransition など、Yugo 後に他の攻撃行動も加えられることが多かったことが原因の一つとして考えられる (表 2)。これらのことから、2つの攻撃パターンが組み合わされたり連続して行われるような、より複雑な複数選手の攻撃行動をより精度高く分類することに課題があることが認められた。この精度を高くするためには、より多いデータ数の確保および、データセット作成やモデルのチューニング等といったことを検討する必要があることが明らかとなった。

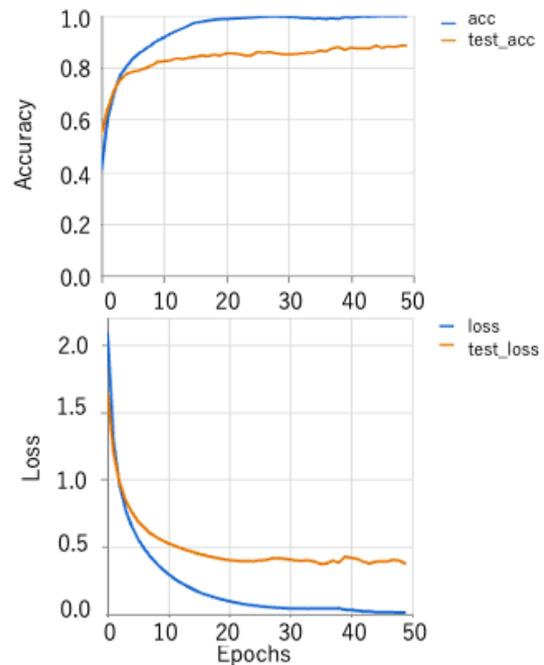


図 1 エポックごとの精度と損失

表 2 クラスごとの精度

クラス名	画像データ数	Accuracy	テストサンプル数
0	64	0.8	10
2	98	0.8	15
5	48	1	7
6	140	0.95	21
7	44	0.86	7
10	168	0.88	25
11	342	0.9	51
7d	128	1	19
10+α	38	0.83	6
BackCrossWing	22	1	3
BtoC	26	1	4
WingTransition_PV1-2	408	0.97	61
WingTransition_PV1-2out	50	1	8
WingTransition_PV1-2+CtoB	88	0.93	13
WingTransition_PV1-2+Yugo	74	0.83	11
CtoB	50	0.88	8
SideYugo	108	1	16
Yugo	78	0.67	12
Yugo_Attack	54	0.67	8
Yugo_French	126	0.74	19
Yugo+CtoB	114	0.83	17
Yugo+CtoB2	28	0.8	4
Yugo+6	14	1	2
Yugo+WingTransition	34	0.33	5

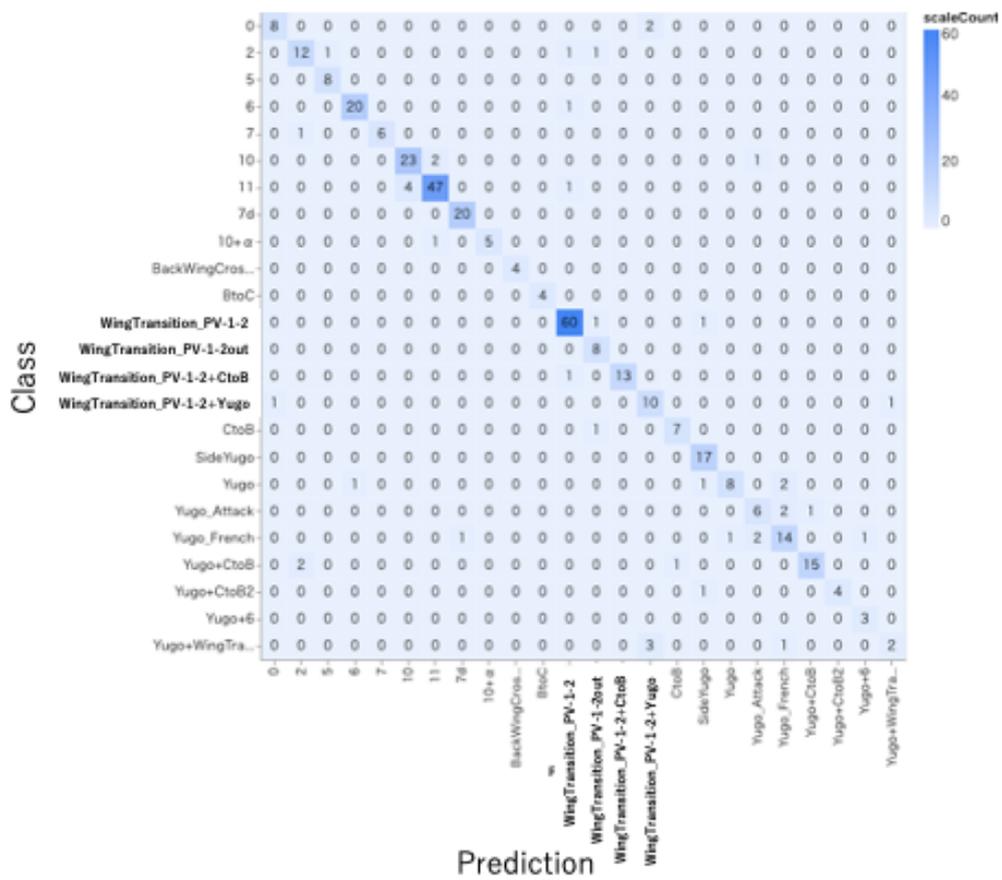


図2 本でモデルでのクラスごとの混同行列

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Souhail Hermassi, El Ghali Bouhafs, Nicola Luigi Bragazzi, Shiro Ichimura, Khaled E Alsharji, Lawrence D Hayes, Rene Schwesig	4. 巻 18
2. 論文標題 Effects of Home Confinement on the Intensity of Physical Activity during the COVID-19 Outbreak in Team Handball According to Country, Gender, Competition Level, and Playing Position: A Worldwide Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int. J. Environ. Res. Public Health	6. 最初と最後の頁 4050
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph18084050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 市村志朗、榎浩輔
2. 発表標題 無料利用できるツールを組み合わせたライブゲーム分析システムの構築
3. 学会等名 日本ハンドボール学会第10回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shiro Ichimura, Akira Yoshimura, Tetsushi Moriguchi, Jun Fukuda, Roland Nemes
2. 発表標題 Development of game analysis system using combined free apps and tools
3. 学会等名 6th EHF Scientific Conference（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Roland Nemes, Shiro Ichimura, Tetsushi Moriguchi
2. 発表標題 Characterization of Asian handball bases on a comparative analysis of the region's two leading national teams
3. 学会等名 6th EHF Scientific Conference（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S.Ichimura, T.Moriguchi, M.Shimokawa, K.Toyoda, S.Hermassi, J.Fukuda
2. 発表標題 Development of statistical data index for evaluating the tactical aspects of attack and defense in handball
3. 学会等名 5th EHF Scientific Conference "Handball for Life" (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関