

1. はじめに

サッカーの試合では、シュート数やパス数などの定量指標に基づく分析が行われている。パスの質を定量化する新たな指標として、パッキングレートが注目されている。パッキングレートは、1本のパスやドリブルによって攻撃方向に位置する相手選手を何人通過したかを定量的に評価できる。これまで、パッキングレートの算出は試合映像を目視で確認する方法が主流で、算出に多大な時間と人的コストを要するという課題があった。そこで本研究では、試合映像からパッキングレートを自動で算出する手法を提案する。

2. 従来手法

従来のパッキングレート算出では、攻撃方向に基づく一次元的な選手の位置関係によって評価が行われる。そのため、図1に示すシーンでは、AやEのように、パスに直接関与しない選手まで評価対象に含まれ、パッキングレートは5と算出される。

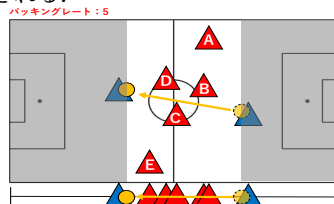


図1: パッキングレートイメージ図

また、算出の際は試合映像を目視で確認し、相手選手数を手作業でカウントするため、時間と労力を要する。

3. 提案手法

本研究では、試合映像から取得したコート、選手、ボールの情報を活用し、パッキングレートを自動的に算出する手法を提案する。

3.1. 処理概要

提案手法では、試合映像からYOLOv8[1]を用いて、コート、選手、ボールの位置を検出する。選手は検出後、色情報をもとにチームを判別する。コートの基準点はペナルティエリア、センターラインなどのコーナー32点を検出し、検出したコートライン情報を用いてBird's Eye View (BEV) 視点へ変換する。これにより、距離歪みを軽減したBEV座標上で、ボール周囲の一定範囲内に存在する守備側選手のみを対象としたパッキングレートの算出可能となる。処理フローを図2に示す。

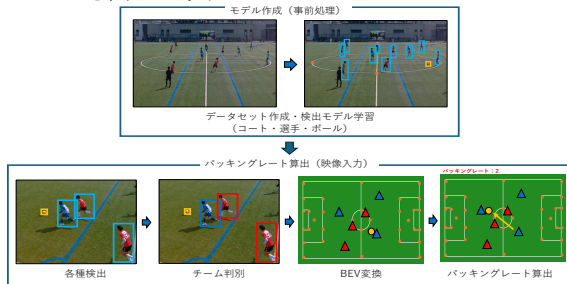


図2: 提案手法の処理フロー

本研究では従来研究に倣い、パッキングレートを1プレーで通過した相手選手人数をポイントとして表した指標と定義し、以下の式で表す。

$$P = \sum_{i \in D} \delta(i) \quad (1)$$

ここで、 D は BEV 座標上においてボール周囲の一定範囲内に存在する守備側選手の集合を表す。 $\delta(i)$ は、パスまたはドリブル区間において BEV 上でボールが守備側選手 i を通過した場合に 1、それ以外を 0 とする指示関数である。

3.2. データセット作成

データセット作成および学習には、Roboflow[2]を用いた。3試合分、計 4,137 枚の画像に対して選手、ボール、コートのコーナー点のアノテーションを行った。

3.3. チーム判別

作成した選手検出モデルの結果からチーム判別を行う。各選手のバウンディングボックス領域を入力とし、事前学習済みの画像特徴抽出モデルを用いて選手画像の特徴量を抽出する。抽出された高次元特徴量に対し、UMAPを用いて3次元へ次元削減を行い、k-means法($k=2$)によるクラスタリングを適用することで、2チームに分類する。

3.4. BEV 視点への変換

カメラ映像上の座標は、遠近効果により距離関係が歪むため、正確な位置関係を扱うことが困難である。そこで、学習したコートライン検出モデルにより取得した映像座標と BEV 座標のキーポイント対応を用いてホモグラフィ変換を行い、映像を BEV 視点へ変換する。さらに、追跡安定化のためカルマンフィルタを適用する。

4. 評価実験

4.1. 実験概要

本研究では、ボール位置に追従してカメラが左右にパンするサッカー試合映像を対象とする。提案手法の有効性を検証するため、実際のサッカー試合映像からパス、ドリブル 10 シーンを抽出し評価を行った。各シーンに対して、BEV 視点をを用いない画像座標上で算出する手法と、BEV 視点をを用いた提案手法の2つの手法を比較し、目視結果と一致した場合を算出成功と定義した。

4.2. 実験結果

提案手法による BEV への変換結果を図3に示す。図3より、選手およびボールの位置関係が正しく BEV 視点に投影されていることが分かる。



図3: BEV 視点への変換結果

次にパッキングレートの算出結果を表1に示す。表1より、画像座標ベース手法では真値に対して最大で9人の誤差が生じたのに対し、BEV変換手法では誤差が小さく、一致率が60%に向上した。これは、BEV視点をを用いることで距離歪みの影響が軽減され、選手とボールの位置関係をコート平面の距離として評価可能になったためである。

表1: パッキングレート数精度比較

シーン	真値	BEV 変換手法		画像座標ベース手法	
		測定値	一致	測定値	一致
1	3	3	✓	5	-
2	2	2	✓	2	✓
3	3	3	✓	7	-
4	2	2	✓	6	-
5	3	1	-	8	-
6	1	1	✓	4	-
7	2	2	✓	5	-
8	3	6	-	8	-
9	1	2	-	6	-
10	1	4	-	10	-
一致率		6/10		1/10	

5. まとめ

本研究では、試合映像からパッキングレートを自動で算出する手法を提案した。評価実験の結果、BEV視点をを用いることで、算出成功率が向上した。一方で、カメラ移動によりコート基準点の検出が不十分なフレームでは、BEV変換が不安定となる課題が残った。今後は、BEV変換の安定化を図り、試合全体を通したパッキングレートの自動算出を可能とする。

参考文献

- [1] G. Jocher, A. Chaurasia, and J. Qiu, "YOLO by Ultralytics", arXiv preprint arXiv:2301.07209, 2023.
- [2] J. Nelson, J. Solawetz, and J. Houghton, "Roboflow: Simplified Computer Vision Model Training and Deployment", Roboflow Inc., 2023.