

# スポーツの競技分析のための 移動軌跡データ分類方法の開発と評価

谷 俊廣<sup>†</sup> 黄 宏軒<sup>†</sup> 川越恭二<sup>†</sup>

<sup>†</sup>立命館大学 情報理工学部

## 1 はじめに

スポーツ競技では、過去の試合内容を分析し、その分析結果によって競技水準の向上を行うことが非常に大切である。特に、競技エリア内を動く球技では、エリア内の移動軌跡の分析が重要である。本研究では、球技を対象とする移動軌跡データの高精度分類を可能とする方法を開発する。従来の移動軌跡データ分類方法では、場所に独立な類似度を用いた分類方法と場所に依存した方法が存在する。しかし、球技を対象とする移動軌跡では、場所独立な類似度を用いた分類基準だけでなくスポーツ競技コート内での場所に依じた分類基準の双方を考慮した分析が必要となる。そこで、移動軌跡データ分類方法として、高次局所自己相関を用いた分類方法と従来の移動軌跡間距離定義を用いた方法を結合した新たな方法を提案する。

## 2 スポーツ競技での移動軌跡データ分類

### 2.1 スポーツ競技と移動軌跡データの関係性

スポーツ競技では過去の試合動画やボールの支配率、ゴール決定率などの情報をもとに、戦略分析が行われる。特に、ボールや選手の動きなどの移動軌跡を活用した戦略分析により高度な戦略の立案が可能となる。これは、移動軌跡はチーム全体の戦略やフォーメーションに関係しているからである。そこで、選手の動きを競技の戦略分析に生かすため、取得した選手の移動軌跡を分類する方法を新たに開発する必要がある。

### 2.2 スポーツ競技での移動軌跡データの特徴

スポーツ競技の試合から多くの移動軌跡が取得できる。しかし、車や徒歩などとは異なり、試合コート内で取得するため、移動軌跡の範囲が限定されている。また、ゴール前やコートの端、コートの中央などの移動軌跡が取得された場所によって移動軌跡は異なった意味を持つ。そのため、場所独立な類似度を用いた分類だけでなく、試合コート内の場所に依じた類似度による分類の双方を考慮する方法が必要となる。

### 2.3 移動軌跡データ分類

既存の移動軌跡データ分類手法では、対象の全軌跡データに対して軌跡間の距離を算出し、距離の近いものからクラスタリングする。この際、軌跡間の距離計算は一般的にユークリッド距離を用いることが多い。しかし、ユークリッド距離を用いて算出した距離は、2つの軌跡上にある座標間の距離の総和であるため、軌跡同士の座標的な近さによって距離が変化する。そのため、異なる場所で得られた似ている軌跡同士よりも、近距離で得られた軌跡同士のほうが似ているという結果になる。このような類似度はスポーツ競技での移動軌跡には適していないケースが存在する。

そこで、場所に依存した類似度に加えて、場所に依存しない類似度を加味した方法で移動軌跡データの分類を行う。これにより、スポーツ球技での移動軌跡を色々な目的で分類できる方法を実現することができる。

## 3 分類手法

提案する移動軌跡データ分類方法は、前述の軌跡間ユークリッド距離による類似度に加えて、高次局所自己相関 (HLAC) による場所独立な類似度を導入した方法である。簡単化のため、移動軌跡は独立であると仮定する。

### 3.1 移動軌跡に対する高次局所自己相関 (HLAC)

高次局所自己相関 (HLAC: Higher-order Local Auto Correlation, 以下 HLAC)[2] は、いくつかのマスクパターンに対応した相関を移動軌跡内差分データについて計算し、マスクパターンの相関ベクトルにより軌跡を表現する。この相関ベクトル間のコサイン距離により、2つの移動軌跡の類似度を求める方法である。2次までのマスクパターンは49個のパターンを考慮することができるため相関ベクトルは49次元ベクトルである。

スポーツ球技での移動軌跡においても、このHLACを用いて、軌跡間の類似度を求めることができる。この場合、場所に独立な、いわば軌跡の形状による類似度から移動軌跡の分類を行うこととなる。

### 3.2 HLAC と特徴点間距離用いた分類手法 (HLAC2)

3.1における手法 (HLAC) では、移動軌跡の形状のみを用いているため、試合コート内での場所を考慮していない。スポーツ競技では移動軌跡の発生場所によ

Novel Trajectory Classification Method for Sport Game Strategy Analysis

Toshihiro TANI<sup>†</sup>, Hung-Hsuan HUANG<sup>†</sup>, Kyoji KAWAGOE<sup>†</sup>

<sup>†</sup>College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

て移動軌跡の意味が異なるため、場所(座標情報)を加味した類似度を定義する必要がある。

そこで、始点と終点から特徴点間距離  $F$  と HLAC による距離 HLAC を用いて、新たな距離 HLAC2 を以下のように定める。

$$HLAC2 = \alpha HLAC + (1 - \alpha)F \quad (1)$$

ここで、HLAC は 3.1 で計算した HLAC 相関ベクトル間のコサイン距離であり、 $F$  は次の (2) 式で定義する距離である。

$$F = \sqrt{(\text{始点間距離})^2 + (\text{終点間距離})^2} \quad (2)$$

ここで、重み  $\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ ) はあらかじめ与えた定数であり、この変化により軌跡自体の類似度と軌跡の座標の 2 つの分類基準を変えることが可能となる。

## 4 実験と評価

### 4.1 実験方法

前章に説明した、2 種類の手法 (HLAC と HLAC2) およびユークリッド距離を用いた分類手法 (ED) を使用して簡単な移動軌跡データの分類を行う予備実験を行った。

使用したテストデータは合計 160 個の軌跡データである。これらの軌跡データは、領域内に丸、三角、四角、波線の 4 種類の図形を順方向と逆方向の 2 回ずつ人手で描画することで作成した。さらに、この 8 種類の軌跡データを右上、右下、左上、左下の 4 エリアで人手で描画することで 32 個の軌跡データを作成した。5 人により軌跡データを描画することで計 160 個の軌跡データをテストデータとして作成した。

このテストデータを用いて、以下の 3 種類の実験を行った。実験に共通した方法をまず説明する。軌跡データを 3 種類の方法で分類する。分類には手法ごとに定義した類似度計算式を用いて軌跡データのクラスタリングを行った。用いたクラスタリング法は完全連結法である。なお、 $\alpha=0.5$  とした。

- 実験 1

実験 1 では、座標基準で分類結果の正解データを用意した。すなわち、領域内の左下、左上、右上、右下のクラスターに正しく分類できたかを調べる。定めた領域クラスター内に存在するデータの中で、その領域に正しく描画された軌跡データを正解とし、それ以外のデータは誤りとする。

- 実験 2

実験 2 では座標基準をまったく考慮せずに、座標独立な形状基準で分類を行う。すなわち、4 種類の図形の順方向と逆方向の計 8 種類の軌跡形状のクラスターに正しく分類できたかを調べる。定めた形状クラスター内に存在するデータの中で、その形状で正しく描画された軌跡データを正解とし、それ以外のデータは誤りとする。

- 実験 3

実験 3 では、座標基準と形状基準の両方を同時に

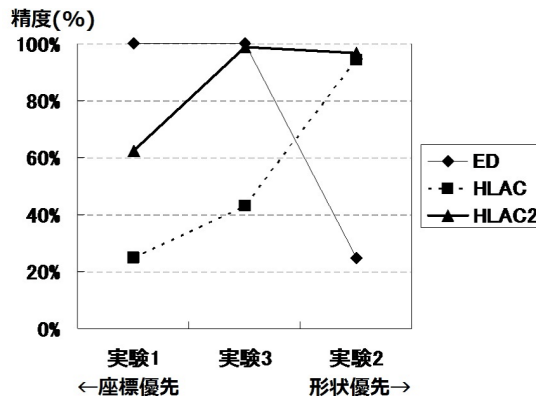


図 1: 実験結果

考慮した基準で分類を行う。すなわち、実験 1 と実験 2 を統合し、合計 3 2 個のクラスターに分類する。すなわち、4 種類の領域と 8 種類の軌跡形状の組み合わせである 3 2 個のクラスターのいずれかに正しく分類できるかを調べる。

各実験により得られた正解データ数を用いて精度を以下のように示す。

$$\text{精度}(\%) = \frac{\text{正解データ数}}{\text{全移動軌跡データ数}} \quad (3)$$

各実験が表す精度は、実験 1 は座標優先、実験 2 は軌跡の形状優先、実験 3 は座標と形状の双方を考慮した分類になっている。

### 4.2 実験結果

横軸に左側が座標優先の分類、右側が形状優先の分類になるように結果を並べ、各手法の精度を図 1 に示す。また、各手法の平均精度と標準偏差を表 1 に示す。

	ED	HLAC	HLAC2
平均精度	75.0%	54.2%	86.0%
標準偏差	35.4%	29.4%	16.8%

表 1: 平均精度と標準偏差

### 4.3 考察

実験 1、実験 2 においては ED が一番高い精度が導出された。しかし、HLAC2 を利用した場合の方が平均精度が高く、標準偏差が低いため、従来の手法よりもスポーツ競技に適用できると考える。

## 5 おわりに

本稿では、HLAC と特徴点間距離を用いた軌跡の分類手法を提案した。今後は実際のスポーツから取得した移動軌跡データに適応し改善を行う。

## 参考文献

- [1] 石塚淳ほか. "移動軌跡データを対象とした効率的な類似度検索手法". FIT2005, pp. 39-40, 2005.
- [2] Akira Sasou, et al. "Acoustic Head Gesture Recognition and Its Applications" AVSP 2010.