

サッカーのフォーメーション評価のための 選手のネットワークの構築

大塚 寛[†] 山中 亮[‡]

愛媛大学 大学院理工学研究科 数理物質科学専攻[†] 愛媛大学 社会共創学部[‡]

はじめに

我々はサッカーの試合を分析するために、試合中のトラッキングデータを用いて選手の位置関係に基づいた数理モデルを構築している。これまではボロノイ図に基づいた優勢領域図に時間制限を設けた時間制限付き優勢領域図 (TRDRD) を導入し、ボールや選手の位置データから、TRDRD に基づいてボールの保持・パスなどの情報を抽出し、チームの攻撃権の推移 (攻守推移モデル) を得てきた[1]。

今回はそれに引き続き、選手の位置関係からチームのフォーメーションを得るために近接ネットワークを構築し、攻守推移モデルと組み合わせて攻撃・守備の評価を行う予定でいるので、そのための取り組みを報告する。

経緯

この研究では、選手の支配領域やスペースといった情報をトラッキングデータから抽出するために TRDRD を導入し、これから得られるボールの移動を基に攻守推移モデルと呼ぶ状態遷移システムを構築し、試合の攻守の遷移を判定し、主にボールとそれに関わるボール近傍の選手に基づく分析を行ってきた。

しかしサッカーなどの集団スポーツでは、ボールには直接関わらない選手の配置や動きも試合の重要な要素である。このため、フィールド全体を俯瞰する観点で、全選手や一方のチームの選手の近接関係、一方のチームの選手が相手チームの選手をマークしている状況を、平面上の配置に基づいたグラフやネットワークを用いて表すことを試みた。

マークしている状況は、グラフでいえば両チームの選手の組を辺とする 2 部グラフで表すことができる。他方で、近接関係は同じ距離に基づくものでもいくつかの考え方があるので、まずその候補を紹介する。

近接性グラフ (近接ネットワーク)

ここではグラフの頂点は選手を表すが、フィールド上の全選手や一方のチームの選手、キーパーを除いた選手とするかは分析の対象によって異なるので、それらを問わない定義を挙げる。頂点の集合を V 、頂点 $p, q \in V$ の距離を $d(p, q)$ で表すとき、グラフの辺の集合 E を以下の近接性に基づいて定める。

単位円盤グラフ

2 つの頂点は、その距離が指定した距離 r 未満である限り辺で接続される。すなわち

$$E = \{(p, q) | d(p, q) < r\}$$

相対近隣グラフ (Relative neighborhood graph, RNG)

$B(p, r)$ を中心 p 、半径 r の円とすると

$$L(p, q) = B(p, d(p, q)) \cap B(q, d(p, q))$$

に対して、

$$E = \{(p, q) | L(p, q) \cap V = \emptyset\}$$

すなわち、次のような頂点 v が存在しないとき、 p, q の間に辺があるとする。

$$d(p, v) < d(p, q) \wedge d(q, v) < d(p, q)$$

ガブリエルグラフ (GG)

p, q の中点 $\frac{p+q}{2}$ を中心、 $\frac{d(p, q)}{2}$ を半径とする

円 $G(p, q) = B\left(\frac{p+q}{2}, \frac{d(p, q)}{2}\right)$ に対して、

$$E = \{(p, q) | G(p, q) \cap V = \emptyset\}$$

すなわち、 $G(p, q)$ の内部に他の頂点が存在しないとき、 p, q の間に辺があるとする。

影響圏グラフ (Sphere of influence graph, SIG)

各点 p に対して $r_p = \min\{d(p, q) | p \neq q \in V\}$ と定めるとき、

$$E = \{(p, q) | d(p, q) \leq r_p + r_q\}$$

Constructing a network of players for evaluating formations in soccer

[†] Hiroshi Ohtsuka, [‡] Akira Yamanaka

[†] Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

[‡] Faculty of Collaborative Regional Innovation, Ehime University

ドロネーグラフ (DG)

V のボロノイ図の双対であるドロネー3角形分割は、母点を頂点、ボロノイ辺で接する母点を辺で結んだグラフとみなせる。



図1 キーパーを除く全選手(+∞)を頂点とするドロネーグラフ

V の最小全域木 (MST) に対して、

$$MST(V) \subseteq RNG(V) \subseteq GG(V) \subseteq DG(V)$$

が成り立つ。 $RNG(V), GG(V), DG(V)$ は連結であるが、 $SIG(V)$ は連結とは限らない。

試合を分析する近接ネットワーク

試合を分析するネットワークにはパスネットワークがあるが、これは試合全体を通しての選手から選手へのパスの回数から得られる選手のネットワークであり、ある攻撃期間に制限しても、ボールにタッチする選手は捉えられるが、それに参加しない選手を捉えることはできない。他方で、近接ネットワークは選手全体を俯瞰するため、ある攻撃期間でのフォーメーションの時間変化や、異なる攻撃期間でのフォーメーションとの比較が可能ではないかと考えられる。

他にも、攻撃側チームが攻撃に成功したと言える状況は守備側では守備の失敗に対応する。攻撃側のプレーには選手の考え方が関わるが、守備側では根拠のある選手の配置があり、その配置の崩れが守備の失敗につながることを考えれば、トラッキングデータから捉え易いのは後者と言える。このため、守備側の選手からなる近接ネットワークと相手チームの選手のマークを表す2部グラフの組合せが考えられる。

ここでは、前者の攻撃側チームの近接ネットワークについて取り上げる。グラフの頂点として一方のチームのキーパーを除いた10名の選手を、グラフの辺として一定の距離の範囲内(すな

わち単位円盤グラフ)でのDGを考え、10秒弱から数10秒にわたる攻撃期間中の近接ネットワークを調べた例の結果のみを挙げる。

なお、近接ネットワークは選手のフィールド上の位置によらない相対的な隣接関係を表すが、併せて近接ネットワークがフィールド上のどの位置にどの程度展開しているかといった情報として、チームの中心や標準偏差などの指標を付加している。分析に用いたサンフレッチェ広島 vs. 横浜Fマリノスの試合のトラッキングデータでは、後者の近接ネットワークのパターンにはあまり変化がない(中心の移動も小さい)のに比べて、前者の近接ネットワークのパターンには変化があり、かつ中心の移動が大きいといった傾向が見られた。

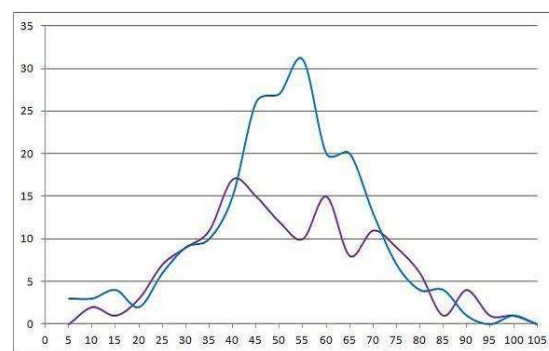


図2 両チームの近接ネットワークの中心と展開の分布

まとめと課題

DGに基づく近接ネットワークを構築し簡単な分析を行ったが、DGは辺が多すぎる(必ず3角形を作る)傾向がある。より少ない辺を持つその他の近接性を検討する必要がある。また近接ネットワークはチームのフォーメーションを俯瞰するために導入したもので、これだけで試合を分析することはできない。その他の分析手法や指標と組み合わせることで、どのような分析が可能になるのか、もしくは詳細化されるのか、今後検討する必要がある。

謝辞

本研究はJSPS科研費21K02834の支援を受けた。ここに記して感謝します。

参考文献

- [1] 大塚 寛, 山中 亮, “変化検知の手法によるサッカーの攻守推移モデルの改良”, 第80回情報処理学会全国大会, 2018.3