

バスケットボールにおける最適なドリブルルートの算出法 Computational Method of Optimal Dribble Route in Basketball

阪部 響季[†]
Hibiki Sakabe

中田 洋平[†]
Yohei Nakada

1 はじめに

近年、様々なスポーツにおいて種々のデータを分析する重要性が高まっている。その中でもバスケットボールのような混戦型球技では、特にその高まりは顕著になっており、トラッキングデータの取得などの環境整備が進んでいる。このような背景を受け、著者らのグループでは、バスケットボール競技を対象に、選手・ボール位置情報の可視化ツール[1]を試作すると共に、パス可能選手予測情報などパスプレーに関連する付加情報生成法の研究[2]-[5]を進めてきている。更に、それらを実際の選手・ボール位置情報に適用し、その有効性も確認してきている。ただし、バスケットボールでは、パスだけでなく、ドリブルというプレーも重要である。そこで、本稿では、選手の運動モデルから導かれる選手到達可能領域に基づき、得点可能な範囲への最適なドリブルルートを算出する方法の検討を行う。また、仮想的なフォメーション例を用いて、初期的な検証を行う。

2 最適ドリブルルート算出法

最適ドリブルルート算出法を検討するにあたり、本稿では、最適なドリブルルートの要件を以下のように定める。

- ・出来るだけ短い時間で得点可能エリアに近づく
- ・敵選手の守備可能領域を可能な限り避ける
- ・敵選手の守備可能領域に入っている場合、可能な限り味方選手のカバー可能領域と多く重なるように通過する(スクリーンプレーが可能)

本稿で検討する最適ドリブルルート算出法は、以上の3つの要件を可能な限り満たすように設計されているものとなる。以降、その算出法について具体的に述べていく。

2.1 選手到達可能領域

現在の時刻を $t=0$ として、ある時刻 t における対象選手の2次元平面上での選手の位置が、文献[6]に記載の運動モデルに従っているとす。このとき、幾つかの仮定の下で、対象とする選手がある時刻までに到達可能な領域は、以下のような中心点 $c(t)$ と半径 $d(t)$ を持つ円領域で表すことができる。

$$C(t) := \{p \in \mathbb{R}^2 \mid \|p - c(t)\|^2 \leq d(t)^2\} \quad (1)$$

$$c(t) = r_0 + \frac{1 - e^{-at}}{a} v_0 \quad (2)$$

$$d(t) = V \left(t - \frac{1 - e^{-at}}{a} \right) \quad (3)$$

ここで、変数 r_0 と v_0 は、各々、対象とする選手の初期位置ベクトルと初速度ベクトルを表している。なお、この領域のことを選手到達可能領域と呼ぶ。

2.2 守備可能領域とカバー可能領域

全ての選手の接触可能半径を r としたとき、先ほどの選手到達可能領域に基づいて、本稿では、敵選手の守備可能領域と味方選手のカバー可能領域を定める。具体的には、敵選手はボール保持者に少しでも接していたらボール保持者を妨害可能と考え、選手到達可能領域にボール保持選手と敵選手の接触可能半径の合計値である $2r$ 分広げたものを敵選手の守備可能領域とする。一方、スクリーンプレーなどで味方選手のカバーを得るには、ボール保持者が味方選手の到達可能領域の少なくとも体1つ分は内側にいないとカバー不可能であるとし、選手到達可能領域からボール保持選手と味方選手の接触可能半径の合計値である $2r$ 分を狭めたものをカバー可能領域とする。

2.3 ドリブルルートの評価値

本稿では、ドリブルルートは、ボール保持選手の軌跡を表すものとする。そして、ボール保持選手は、文献[6]に記載の運動モデルに従って一定方向に最大推進力を加えて続けているとする。以上のような設定の下で、前述の要件に従い、有効なドリブルコース d についての評価式を以下のような積分式で定める。

$$F(d) = \int_0^{T(d)} f_d(t) dt \quad (4)$$

$$f_d(t) = \max(0, \alpha N_d(t) - \beta M_d(t)) + \gamma \quad (5)$$

なお、 $T(d)$ はドリブルコース d において得点可能な範囲に到達する時刻、 $N_d(t)$ はドリブルコース d において時刻 t にボール保持選手が入る守備可能領域の数、 $M_d(t)$ はドリブルコース d において時刻 t にボール保持選手が入るカバー可能領域の数を表す。なお、正の定数 α 、 β は守備可能領域とカバー可能領域の比重を定める重みパラメータとなっており、暫定的に $\alpha = 1.0$ 、 $\beta = 0.8$ と設定している。また、正の定数 γ は得点可能領域までの到達時間に対する重みパラメータであり、暫定的に $\gamma = 0.5$ と設定している。この評価式(4)が小さい値を取ればとるほど、前述の要件を満たすようなドリブルルートになることは簡単に見て取れる。なお、ボール保持選手は、敵選手の守備可能領域に入っていない場合は、味方選手のカバー可能領域に入っても意味がないため、式(5)の右辺において、第1項が非負になることは無いように \max 関数を用いている。また、実際の評価式(4)の積分計算については、解析的に実施するのが困難なため、数値的に積分計算を実施している。

2.4 ドリブルルートの最適化

本稿で考える手法では、有効なドリブルコースの集合の中から、前節で定めた評価式(4)を最小化するものを最適なドリブルコースとする。ただし、バスケットボールでは、得点可能な領域は大きく2つに分かれており、ゴール下領域

[†] 明治大学 総合数理学部
School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University

と3Pライン付近領域がある。そこで、本稿の手法では、それぞれに対し、最適なドリブルルートを求め、その評価値を比較する。ただし、ゴール下領域と3Pライン付近領域とでは、得点やシュートの成功率が異なるため、そのままでは比較が困難である。そのため、それぞれの領域への最適ドリブルルートの評価値(4)を、それぞれの領域のシュートの成功率と得点で割ることで調整し、調整後の評価値が小さい方を最適なドリブルルートとすることとする。

3 検証実験

以上のような算出法の初期的な検証のため、仮想的なフォーメーション例を用いて実験を実施した。本節にはその内容について記す。

3.1 実験条件

本実験では、ゴール下領域はゴールの中心から半径3m以内と、3Pライン付近領域は3Pラインから1.0m幅と設定した。また、ドリブルコースの最適化では角度を1度ずつ量子化している。選手の走力を表すパラメータとしては、文献[2]で用いられている平均的な選手のパラメータ値を、ボール保持選手以外に用いた。ただし、ボール保持選手の走力については、文献[7]に記載のドリブル時とそうでないときの速度データの比を用いて、そのパラメータ値から最大速度のみを補正した。また、ゴール下領域と3Pライン付近領域とでの評価値の補正に用いるシュート成功率は、サイト[8]に記載のデータから、それぞれ68.6%、31.3%とした。なお、検証に用いるフォーメーション例は、実際の試合でも考えられる4つの仮想的な例を準備した。ただし、各フォーメーション例で全選手の初速度は0とした。

3.2 実験結果

図1に4つのフォーメーション例での最適ドリブルルートの算出結果を示す。なお、図中の赤の点が敵選手の初期位置、青の点が味方選手の初期位置を表している。赤、青それぞれの点を囲む円が、ボール保持選手が得点可能領域に到達した時点の選手到達可能領域を表している。また、白の点がボール保持者を表し、緑の線が算出された最適ドリブルルートを示している。図示されるように、4つのフォーメーション例で妥当なドリブルルートが求まっていることが確認できる。例1では、ゴール下領域までのドリブルルートが選択されており、敵の守備可能領域を避けつつ出来るだけ短い時間でゴール下領域に到達するようなルートが選択されていることわかる。例2では、敵の守備可能領域を避けて3Pライン付近領域までのドリブルルートを選択している様子が見て取れる。例3では敵の守備可能領域に侵入しているが、可能な限り味方のカバー可能領域を通過するゴール下までのドリブルルートが選択されていることがわかる。例4では3Pラインの外からドリブルを開始するようなフォーメーションになっているが、味方選手のカバーを十分に受けられるため、シュート成功率も加味してゴール下エリアまでのドリブルルートが選択されたことがわかる。

4 まとめと今後の課題

本稿では、バスケットボールにおける最適なドリブルルートの算出を目的に、選手の運動モデルから導かれる選手到達可能領域に基づいた最適ドリブルルート算出法を検討した。また、4つの仮想的なフォーメーション例を用いて、

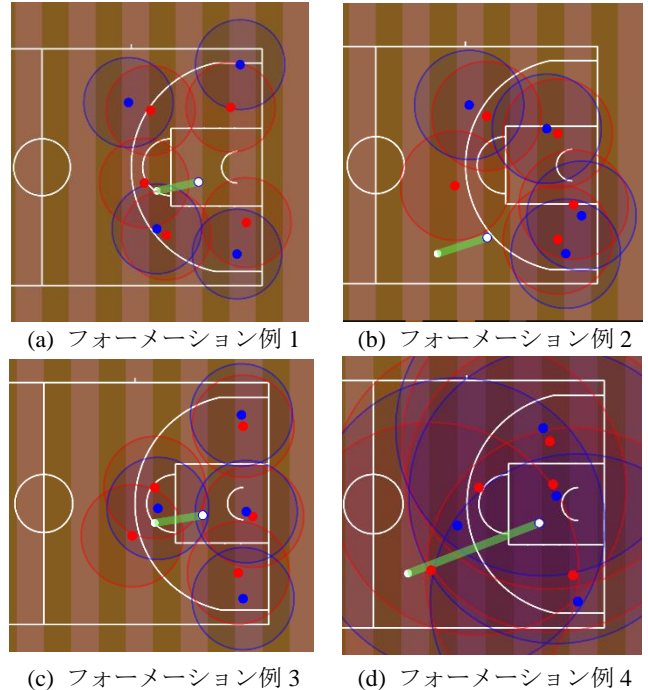


図1 最適ドリブルルートの算出結果例

初期的な検証を実施した。その結果、いずれのフォーメーション例においても妥当と見える算出結果が得られることが確認できた。今後は、実際の試合のフォーメーション例で有効性を検証し、パラメータの設定値や算出過程などを見直すことで、更に有効性の高いものへと改良していく。また、最適ドリブルルートを表示する機能を、3次元可視化ツール[1]に搭載していく。

謝辞

本研究を進めるにあたり、佐野祐介氏をはじめとして、同研究室の皆様には、多くの貴重なコメントやアドバイスを頂きました。深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 大川 順也, 中田 洋平, “バスケットボールにおける選手・ボール位置情報の3次元可視化ツール”, 画像電子学会学会誌, Vol. 47, No. 4, pp. 372-381 (2018).
- [2] 佐野 裕介, 中田 洋平, “バスケットボールにおける選手・ボール運動モデルを用いたパス可能選手予測法”, 第18回情報科学技術フォーラム, H-025 (2019).
- [3] Y. Sano and Y. Nakada, “Improving Prediction of Pass Receivable Players in Basketball: Simulation-Based Approach with Kinetic Models”, In Proc. 10th International Symposium on Information and Communication Technology, pp. 328-335 (2019).
- [4] 佐野 裕介, 中田 洋平, “人体比率に基づいたバスケットボールにおけるパス可能選手予測法の改善と3次元パスコース可視化法”, 2020年電子情報通信学会総合大会, D-12-19 (2020).
- [5] 佐野 裕介, 中田 洋平, “バスケットボールにおけるパス可能な攻撃選手とパスを防ぐ守備側選手のスコアリング法の提案”, 2021年電子情報通信学会総合大会, D-12-18 (2021).
- [6] 藤村 光, 杉原 厚吉, “優勢領域に基づいたスポーツチームワークの定量評価”, 電子情報通信学会論文誌信学論 (D-II), Vol. J87-D-II, No.3, pp.818-828 (2004).
- [7] Z. Kong, F. Qi, and Q. Shi, “The Influence of Basketball Dribbling on Repeated High-intensity Intermittent Runs”, Journal of Exercise Science & Fitness, Vol. 13, No. 2, pp. 117-122 (2015).
- [8] Official WNBA Stats, <https://stats.wnba.com/>