

# バスケットボール作戦盤システムの開発

原田 徳彦<sup>\*1</sup> 秋本 晋吾<sup>\*2</sup> 西山 裕泰<sup>\*2</sup> 佐藤 英雄<sup>\*3</sup>

## Development of a System for Making the Basketball Formations

Norihiko HARADA<sup>\*1</sup>, Shingo AKIMOTO<sup>\*2</sup>, Yudai NISHIYAMA<sup>\*2</sup> and Hideo SATO<sup>\*3</sup>

### Abstract

We have been developing a system for making basketball formations. The basketball formations are strategies containing a series of shooting chance by changing combinations, such as two-on-two or three-on-three, depending on states. The system consists of three parts, offense scheduling, defense modeling, and animation. Defense modeling can be divided into two approaches using linear combination expression and neural network for man-to-man defense and zone defense, respectively. For the practical use we are keen on to collect the data from the video of the game. We shall present some discussion on the way to predict the camera attitude and track the positions of players and the ball.

**Key Words :** Yule Walker Equations, Neural Network, Particle Filter, Sports Science

### 1. はじめに

スポーツの魅力はどの選手にも競技によって公平なルールが与えられ、その中で自分の能力を最大限に試せることであろう。ルールの中で相手のプレイを予測し、自分の最善のプレイを選択することも魅力の一つである。北京オリンピックの女子サッカーで、アメリカがオフサイドのルールをうまく利用しながら、常にディフェンスラインを前方に維持していたことが印象に残っている。スポーツにおけるルールは、自分のためにあるという認識の上で、それをどれだけ有効に利用できるかを考えることが重要である。スポーツの発展のためにはこのようなスポーツの楽しみ方が直接分かるように指導する技術が必要である。

文部科学省が進める「スポーツ振興基本計画」<sup>(1)</sup>には、1. スポーツの振興を通じた子供の体力の向上方策、2. 地域におけるスポーツ環境の整備充実方策、3. わが国の国際競技力の総合的な向上方策

が掲げられており、指導者の養成、総合型地域スポーツクラブの育成、スポーツ医・科学の活用などが具体的な施策として挙げられている。総合型地域スポーツクラブは、多種目、多世代、多志向という特徴を持つことから、誰でも参加できるクラブとして、地域社会での交流の活性化の効果が期待される。

本論文では、バスケットボール競技の指導者または競技者自らが戦術を開発するための支援ツールを提案し、それを実現させるための原理や方法について議論し、その効果や応用について考察する。

フォーメーションとは2対2や3対3などの攻略パターンを組み合わせ、それらを状況に応じて選択しながら多くのシュートチャンスをねらう戦術のことである。相手のフォーメーションを判断し、それを表示できれば、ゲーム中に相手のねらいとその対策のポイントを説明することができる。このようにフォーメーションを作り、蓄え、表示するシステムはオフenseとディフェンスの両面で有用であると考えられる。

<sup>\*1</sup> 情報電子工学科

<sup>\*2</sup> 情報電子工学専攻

<sup>\*3</sup> 徳山大学

## 2. 作戦ボードの概要

本システムの表示画面を図1に示す。コート上の任意の点でマウスをクリックするとそこにオフENSEスのプレイヤーがマークされる。オフENSEスのプレイヤーの動きはマウスをドラッグすることによって直線や曲線の軌跡を描くことができる。5人のオフENSEスの動きはこのようにマウスによって作られるが、ディフェンスの5人の位置はオフENSEとボールの位置を入力とする関数として自動的に表示される。この関数を決めるプレイヤーのモデル手法について、マンツーマンディフェンスとゾーンディフェンスについてそれぞれ異なる方法を検討している。モデル手法については後述する。ボールのパスやシュートは対応するプレイヤーの番号などのボタンをクリックすることによってボールの軌道を描くことができる。最終的に5人のオフENSEスプレイヤーおよびボールの動きは同時に表示するが、一人ひとりの動きの入力は同時には行えないので一人ずつ行う。この際、ほかのプレイヤーの動きに同期しながら行動を決定していく必要があるため、いくつかのステージ毎に一人ひとり入力を行う。ひとつのステージにおいては先に入力したプレイヤーの動きを繰り返しアニメーション表示しながらほかのプレイヤーの動きを入力する。

プレイヤーの動きやパスについて、動作の開始をステージのはじめに同期させるか、動作の終わりをステージの終わりに同期させるかを選択して決める。ステージの時間は入力された動作に応じて可変となる。それは入力された動作のうち最も早く終わる動作の時間に合わされる。このようなステージを積み重ねることによってスクリーンや合わせなどの同期を含むフォーメーションを組み立てることができる。

## 3. マンツーマンディフェンスのモデル化

実際のディフェンスプレイヤーの位置は、オフENSEスプレイヤー、ボール、リングの位置によって決まる。したがって、ディフェンスプレイヤーの位置をオフENSEスプレイヤーとボールの位置の関数として与える必要がある<sup>(2)</sup>。例えば、ディフェンス  $i$  の位置  $\mathbf{x}_{di}$  を、ディフェンス  $i$  がマークするオフENSE  $i$  の位置  $\mathbf{x}_{oi}$ 、ボール  $\mathbf{x}_b$ 、リング  $\mathbf{x}_r$  の重心とすれば、

$$\mathbf{x}_{di} = \frac{1}{3}(\mathbf{x}_{oi} + \mathbf{x}_b + \mathbf{x}_r) \quad (1)$$

と表せる。リングの位置ベクトルを原点におけば、

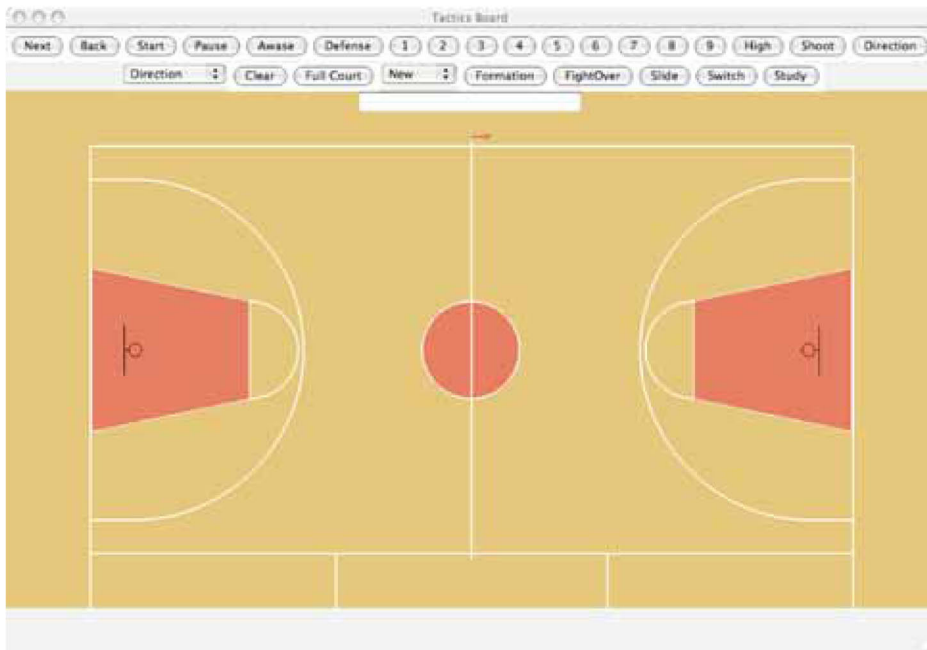


図1 フォーメーション作成画面

$\mathbf{x}_r = \mathbf{0}$  より

$$\mathbf{x}_{di} = \frac{1}{3}(\mathbf{x}_{oi} + \mathbf{x}_b) \quad (2)$$

と表せる。さらに、 $\mathbf{x}_{oi}$  と  $\mathbf{x}_{bi}$  の係数を一般化し、それぞれを  $c_{oi}$  と  $c_{bi}$  とすると

$$\mathbf{x}_{di} = c_{oi}\mathbf{x}_{oi} + c_{bi}\mathbf{x}_b \quad (3)$$

となり、係数を次式によって最適化することができる<sup>3)</sup>。

$$\begin{bmatrix} c_{oi} \\ c_{bi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E[\mathbf{x}_{oi}|\mathbf{x}_{bi}]^2 & E[\mathbf{x}_{oi} \cdot \mathbf{x}_{bi}] \\ E[\mathbf{x}_{oi} \cdot \mathbf{x}_{bi}] & E[\mathbf{x}_{bi}|\mathbf{x}_{oi}]^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} E[\mathbf{x}_{di} \cdot \mathbf{x}_{oi}] \\ E[\mathbf{x}_{di} \cdot \mathbf{x}_{bi}] \end{bmatrix} \quad (4)$$

ただし、 $E[\ ]$  はオフェンスとディフェンスの複数のパターンに対する平均を示す。係数の最適値はボールの位置やゲームの残り時間などによって変化すると考えられるため、ゲームのビデオなどからたくさんのデータを収集することや、係数の変動をいかに実現するかが課題である。また、ドリブルで抜かれたときのディフェンスのカバーやローテーションについても検討している。

#### 4. ゾーンディフェンスのモデル化

ゾーンディフェンスの特徴はマンツーマンディフェンスと異なり、ディフェンスはマークするプレイヤーを定めず、自分に割り当てられた位置や領域に応じて行動を決定する。また、個々のディフェンスは個々のオフェンスやボールの位置に対して等比的な動きではなく非線形な動きをする。そこでオフェンス全体の位置を入力パターンとして考え、それに対応したディフェンス全体の位置を出力パターンとしたニューラルネットワークによるモデル化を行う。

ニューラルネットワークに入力する情報をオフェンス全体の位置ベクトルとボールの位置ベクトルとする。また、その入力の状態において適したディフェンスの位置ベクトルを教師信号として与える。各位置座標は2進数で表し、1ビットに1ニューロンを割り当て入出力層とする。学習パターンを複数用意し、バックプロパゲーションにより学習させる。

ディフェンスに対する学習パターンを6つとし、

その内の4つを図2(a-d)に示す。フルコートをもとに、x, y方向に16分割した位置でプレイヤーとボールの位置を割り当てた。入力層から順にニューロン数は、48, 48, 48, 40とした。結果として学習したすべての入力パターンに対して所望の出力パターンを得ることができた。その誤差はいずれも0.01以下であった。しかし、学習パターン以外のオフェンスに対してはディフェンスが適切な位置を占めることはなかった。したがって、実用性のためには学習パターンを増やすことが必要である。



図2. 学習パターン

## 5. 実際のゲームからのデータ取り込み

マンツーマンディフェンスとゾーンディフェンスについてそれぞれにモデル化の検討を行ったが、いずれにも実際のゲームでのプレイヤーの動きに近づけられなければ実用性はない。そこで、ゲームのビデオから自動的にプレイヤーやボールの位置情報を取り込み、実践的なモデルを行う必要がある。ゲームのビデオ撮影は、コートの上すべてを均等に撮影するために、センターラインの延長付近の上にカメラを設置し、ボールの往来に応じてカメラを左右に振って撮影する。したがって、カメラの撮影範囲は図3のようになる。撮影された画像のひとつのフレーム  $abcd$  に着目するとフレーム  $abcd$  の実際の視野は図中の台形  $abcd$  となる。複数のフレームからカメラの姿勢を推定しながら、フレームから台形への変換を行い合成すれば、コート上のラインは真上から見たように合成できる。プレイヤーの足元の位置とコートとの相対的な位置を検出することによってプレイヤーのコート上の位置を判断し取り込むことができる。現在、カメラ姿勢の推定とプレイヤーとボールの追跡のためにパーティクルフィルタを用いた方法を検討中である。

## 6. システムの効果と応用

本システムはオフenseフォーメーションを簡単に入力でき、同時にマンツーマンディフェンスやゾーンディフェンスに対応したディフェンスを自動的に表示するため、フォーメーションの作成とその評価が同時に可能である。

オリジナルのフォーメーションはそのチーム独自のオフenseの考え方を反映する。他チームのフォーメーションを理解し、良い考えを取り入れればフォーメーションも進化するだろう。インターネットを介したフォーメーションの公開は技術力の全体的な発展につながると考えられる。

## 7. まとめ

バスケットボール競技の指導者または競技者自らが戦術を開発するための支援ツールを提案し、それを実現させるための原理や方法について議論し、その効果や応用について考察した。マンツーマンディフェンスとゾーンディフェンスの実用的なモデルのためには実際のゲームからプレイヤーやボールの動き

を追跡し、学習パターンとして多く取り込む必要がある。そのために、画像解析手法の検討が今後の課題となる。

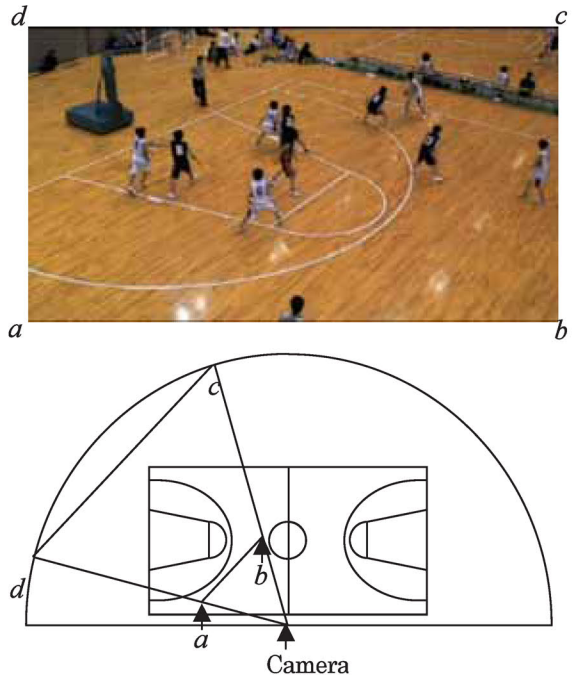


図3 カメラの視野

## 文献

- 1) 文部科学省：  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/plan/06031014.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/plan/06031014.htm)
- 2) 松尾かおり, 原田徳彦：“バスケットボールフォーメーションシステムの開発”，平成19年度電気・情報関連学会中国支部第58回連合大会, p.331, 2007.
- 3) B. P. Lathi: “Modern digital and analog communication systems”, Oxford University Press, Oxford New York, 1998.

(2008. 9. 17 受理)