

# サッカーにおけるキック練習支援システムの開発

釧路工業高等専門学校 情報工学分野  
菅原 宗馬

2022 年 2 月 9 日  
指導教員 柳川和徳

## 目 次

1	はじめに	2
2	システムの概要	3
3	インパクト位置の算出	5
4	ハフ変換の円検出	6
5	ハフ変換に使用した関数	7
6	開発結果	8
7	おわりに	11

## 1 はじめに

現在でも、サッカーにおけるキックの練習は、キッカーのイメージに託される要素が多い。その理由はインパクトすべき位置がボール上に明示されていないからである。そのため効率の悪い練習となっている。キック練習のサポートシステムを開発することによって、より効率的な練習を可能とし、サッカー練習者の基礎的な技術をより高いレベルに引き上げる事を目的とする。

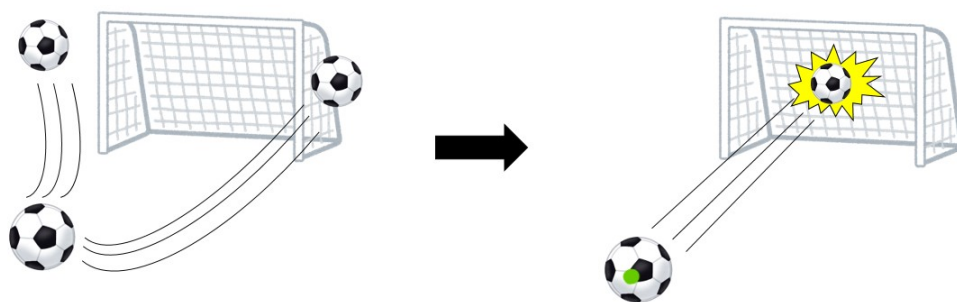


図 1: イメージ図

## 2 システムの概要

本研究では、カメラでボールを検出し、適切なインパクト位置をプロジェクタでボール上に表示するシステムを提案する。本システムの配置を図2に、とうえいのイメージを図3に示す。簡単のため、ボール、ゴール、カメラ、プロジェクタの大体の位置については固定する。ボールの検出には、ハフ変換による円検出を利用する。ハフ変換とは輪郭線画像の点  $(x, y)$  が、どの中心  $(x_0, y_0)$ 、どの半径  $r$  の円周上にあるかを投票処理によって決定する手法である。ボールとゴールの位置関係から適切なインパクト位置を決定する。

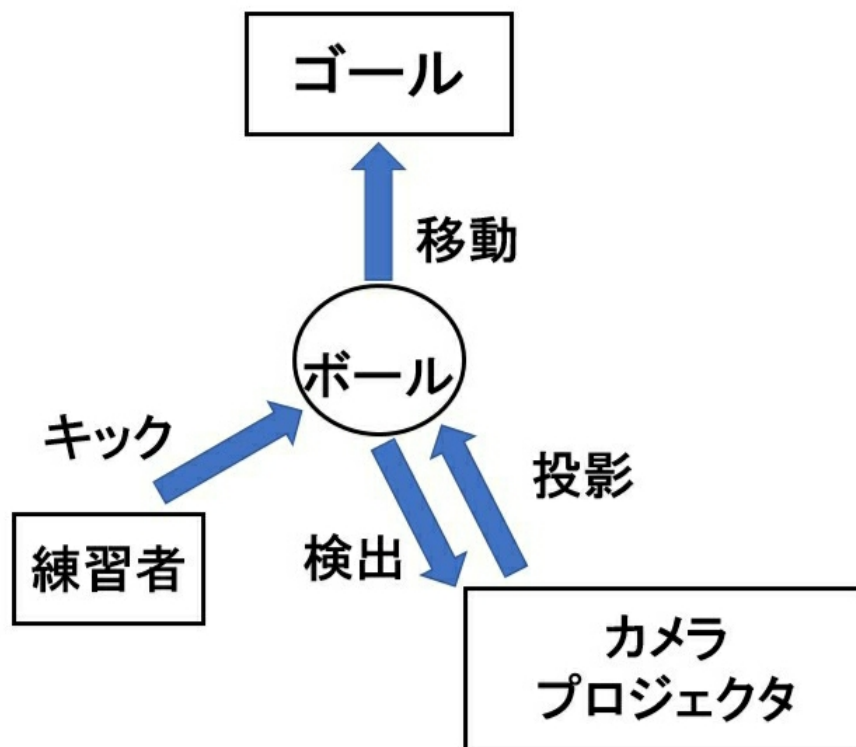


図 2: システムの配置



図 3: 投影のイメージ

図 3 は実際にキックの練習を行う練習者からの支店となっているため 2 の位置関係からインパクト位置は右側に表示されている.

### 3 インパクト位置の算出

ここでは、インパクト位置の算出方法について説明する。図4のように値を設定する。 $r \sin(\theta)$ によってインパクト位置を求める。現状、 $\theta$ は決めうちとなっている。そのため最も早く $\theta$ の値が求まる。次に、ハフ変換によって円の半径 $R$ が求まる。よって $R \sin(\theta)$ が求まる。それによりインパクト位置が算出される。

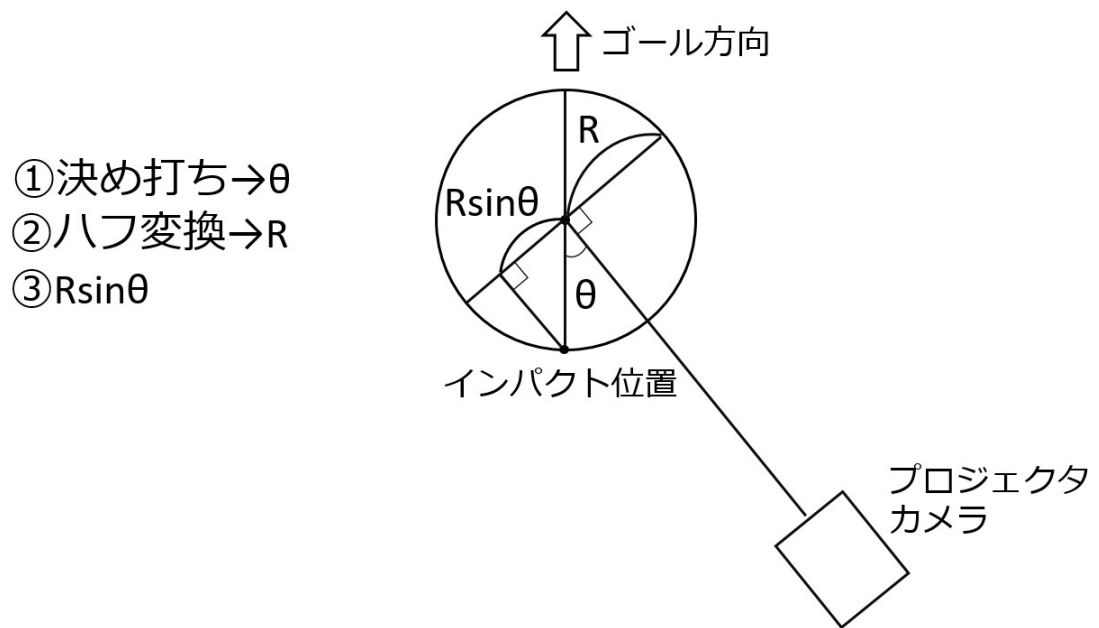


図 4: ハフ変換による円検出

## 4 ハフ変換の円検出

ここでは、ハフ変換による円の検出方法について説明する。はじめに、取得した画像を二色で構成した画像に変換する。変換した画像に、半径や中心点の位置が異なる無数の円を描く。その円から、二色に変換された画像の色の境目が基準値以上交わっている円を抽出する。その抽出された円を検出する円とする。ハフ変換のイメージを図5に示す。

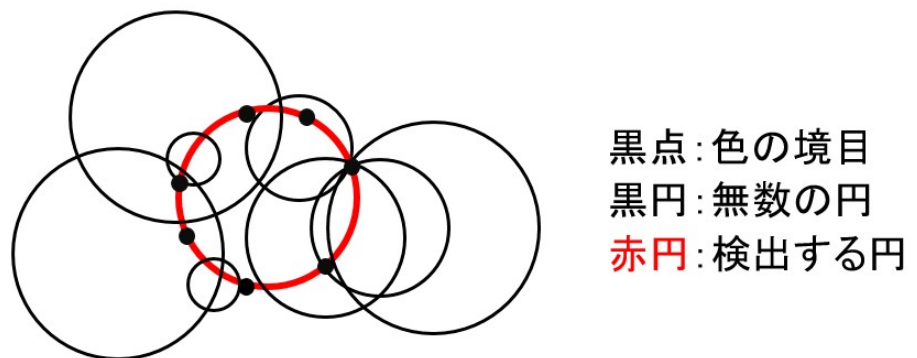


図 5: ハフ変換による円検出

## 5 ハフ変換に使用した関数

ここでは、ハフ変換に用いた関数について説明する。ハフ変換を行う際の事前準備として平滑化を行います。平滑化とはデータにおける重要パターンを、ノイズなどの重要性が低いものを除去する作業である。平滑化に使用した関数を Listing1 に示す。

Listing 1: smoothing

---

```
1 GaussianBlur(work_img, work_img, cv::Size(11,11), 2, 2);
```

---

次に、円を検出する関数を Listing3 に示す。param1 は Canny 法によるエッジ検出に使用する上限値である。下限値は param1 の 1/2 が設定される。param2 は円の中心を検出する際の閾値である。この値を低い値に設定すると誤検出が多くなり、高い値に設定すると未検出が多くなる。minRadius は検出する円の下限值である。maxRadius は検出する円の上限值である。Listing3 に研究で実際に設定した値を示す。

Listing 2: detection

---

```
1 HoughCircles(work_img, circles, cv::HOUGH_GRADIENT, param1, param2, minRadius, maxRadius);
```

---

Listing 3: detection2

---

```
1 HoughCircles(work_img, circles, cv::HOUGH_GRADIENT, 1, 200, 40, 80);
```

---



## 6 開発結果

はじめに、静止画から円を検出し描画するプログラムを作成した。実験結果を図 6 に示す。芝がボールに重なっていてボールが欠けているように見えるが問題なく検出できている。

カメラで撮影したサッカーボールのライブ映像を対象としてボールの円領域を検出し、その輪郭と中心点を描画するプログラムを作成した。実行した際の成功例を図 7 に、失敗例を図 8 に示す。青色線が検出された円の輪郭、赤色点がその中心である。現状では、多数の余計な円が検出される場合もあるが、ボールの円領域は確実に検出できている。

このプログラムにインパクト位置を算出・描画する機能を追加した。実行例を図 9 に示す。赤色点はインパクト位置である。今後、この赤色点だけをカメラと同位置にあるプロジェクタから現実のボール上へ投影すれば、実際のキック練習に利用可能となるだろう。



図 6: 実行結果 (静止画)



図 7: 実行結果 (成功例)

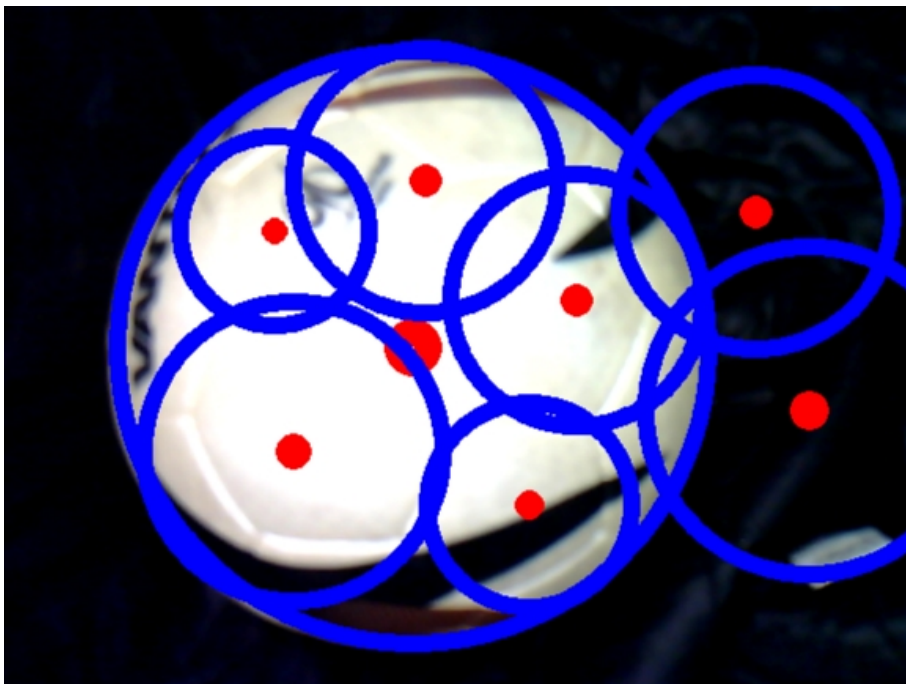


図 8: 実行結果 (失敗例)



図 9: インパクト位置算出の実行結果

## 7 おわりに

本研究では、カメラ映像からリアルタイムでのボールの検出、インパクト位置の算出・表示が可能となった。今後の課題として、ボールの検出位置によるインパクト位置の微調整、映像からゴールの位置を検出しインパクト位置を計算するプログラムの作成などが挙げられる。ボールの検出位置からインパクト位置を微調整するプログラムは画像の中心を基準にし、円の中心が画像の中心から  $x$  軸方向にどのくらい、 $y$  軸方向にどのくらい離れているかを検出し、角度に変換することによって作成可能であると考え。またゴールの位置を検出しインパクト位置を計算するプログラムは、ハフ変換の直線検出を用いることによって可能になると考える。しかし、円に比べて直線は風景に膨大な数紛れているためボールの検出とは違いそのまま使用することができない。そのため他の直線とゴールを差別化することが大きな課題になると考える。

## 参考文献

- [1] CodeZine: “Hough 変換による画像からの直線や円の検出”, <https://codezine.jp/article/detail/153>, 参照 2022-1-17.