

発表日:2月15日

機械学習を用いた野球映像からの ストライク・ボール判定

67140460

宮崎大学情報システム工学科

松下功幸

指導教員: 椋木雅之

平成30年2月15日

研究背景

- 草野球では審判が不足している ⇒ 判定の自動化で解決
- 現在メジャーリーグで開発されている自動判定装置
⇒ 機材, システム共に高額

経費を抑えて自動化したいという要望がある



目的

- ストライク・ボールの自動判定
- 経費を抑えて実現

従来研究

3台のカメラを用いて3次元軌道を計測して判定

正確な判定が可能



しかし

システムの高額化
環境設定が煩雑



[2] 斉藤 英雄, 井口 博史, “野球におけるストライク・ボールの自動判定システム”, 電子情報通信学会大会講演論文集, p.158, 2007.

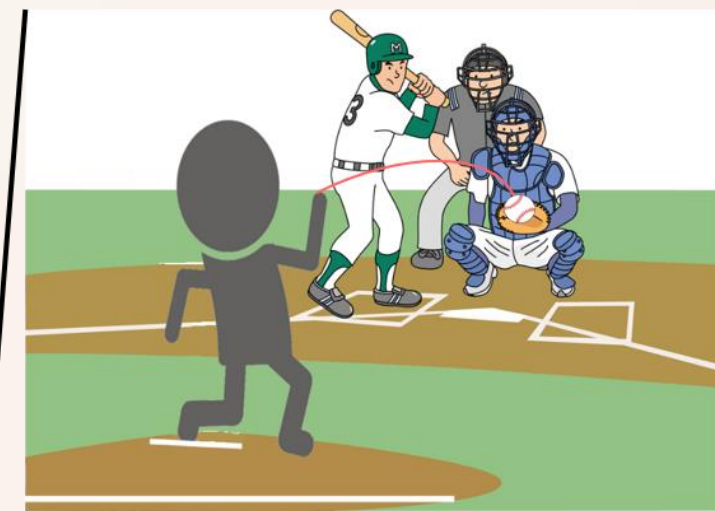
機械学習による判定

- 使用するカメラは1台

時間情報を奥行き情報とみなし、
疑似的に3次元の情報を得る

- 機械学習による判定

カメラ位置が変化しても判定できるように
座標の位置合わせを行う



センターバックスタンド

ストライク・ボール判定手法

ボールの座標取得



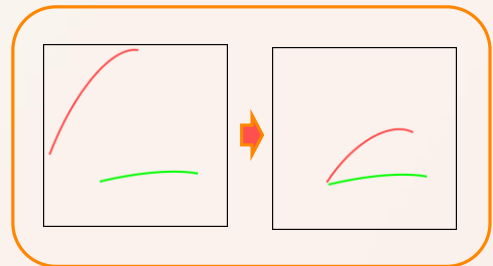
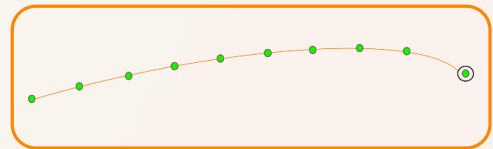
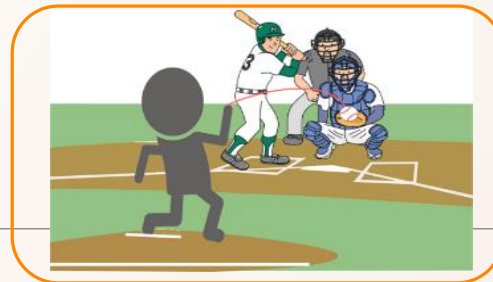
ボール座標の時間合わせ



ボール座標の位置合わせ



SVMによる判定

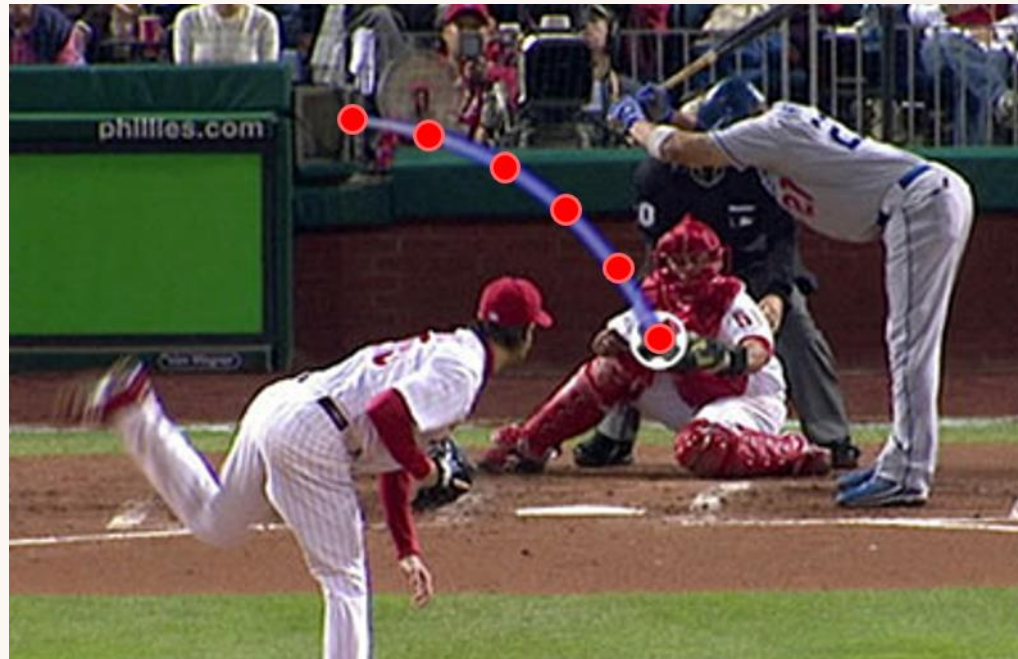


ストライク

ボール

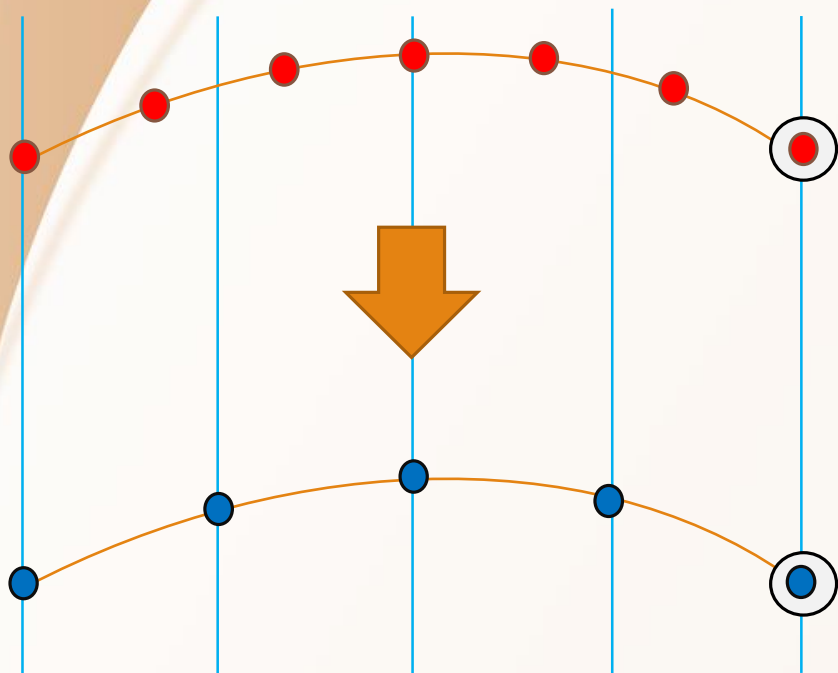
ボールの座標取得

- ・映像をフレーム単位で分割
- ・ボールの中心の x, y 座標を取得する



ボール座標の時間合わせ

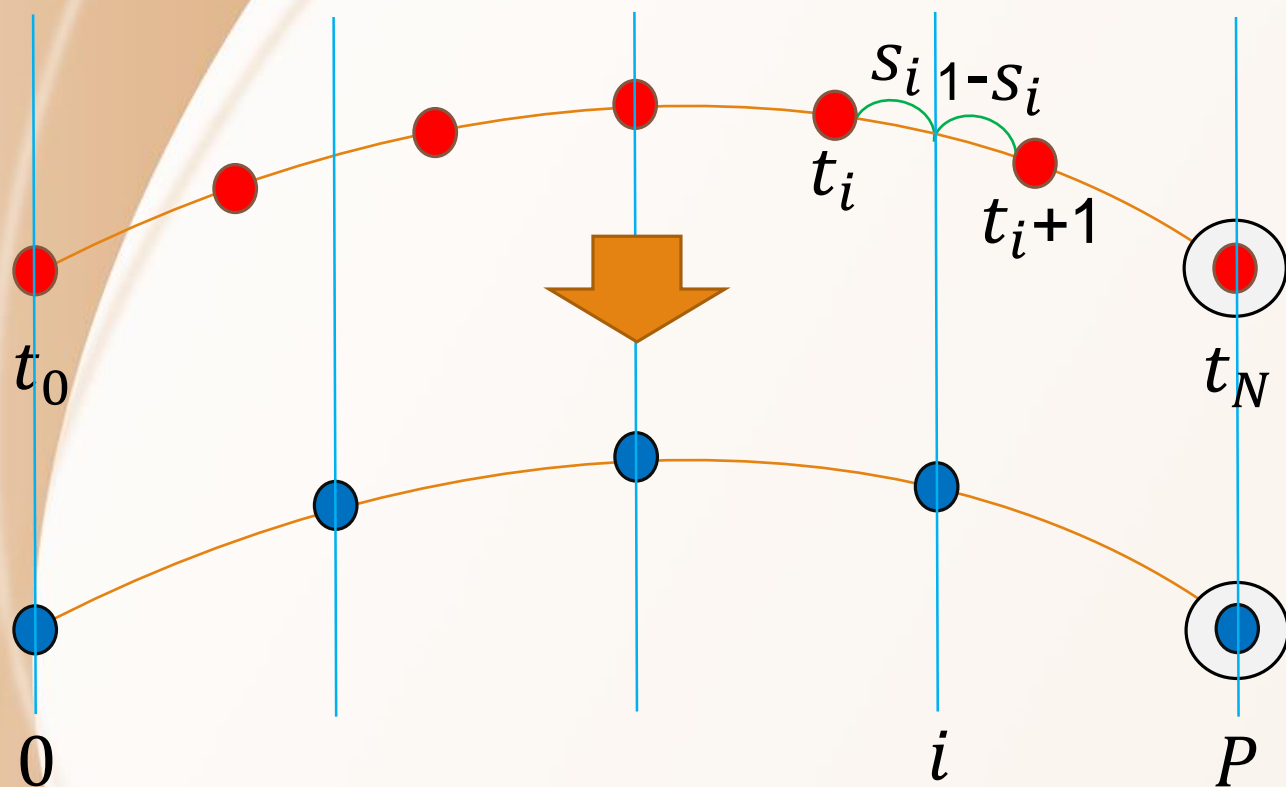
取得したボール座標



時間合わせしたボール座標

- ・1投球から取得できるボール座標の数は、ばらつきがある
- ・同じ奥行き情報でのボール座標の比較により判定ができるよう座標を揃える

ボール座標の時間合わせ



$$t_i = \left[\frac{N}{P} i \right]$$

$$S_i = \frac{N}{P} i - t_i$$

$$x_i = x_{t_i} (1 - S_i) + x_{t_{i+1}} S_i$$

$$y_i = y_{t_i} (1 - S_i) + y_{t_{i+1}} S_i$$

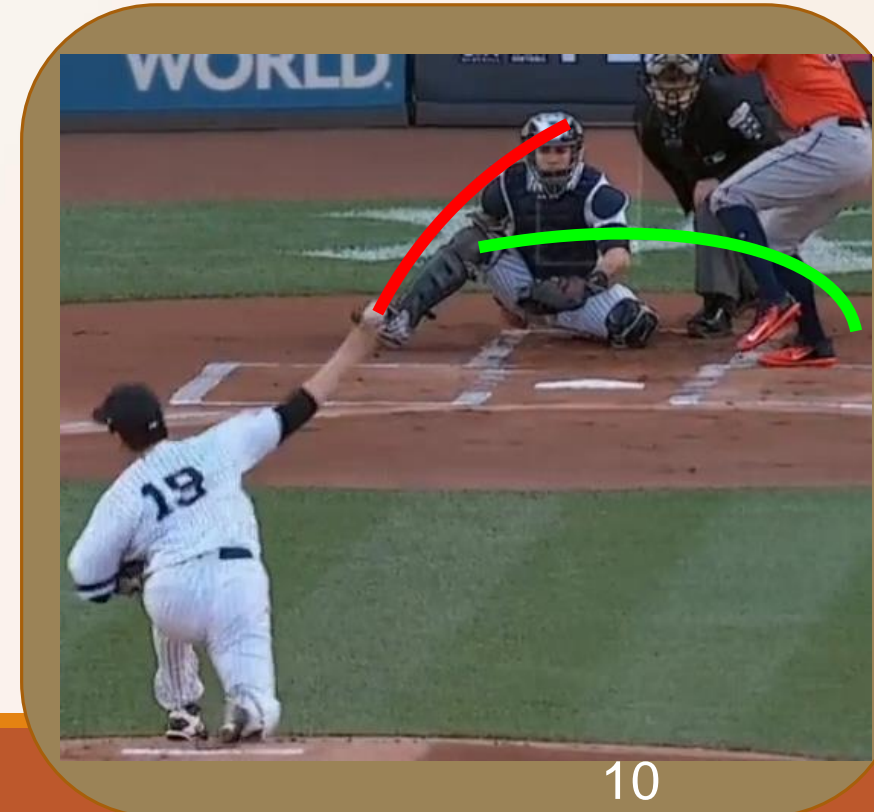
本研究では $P=9$ とする

ボール座標の位置合わせ

- ・カメラを毎回同じ位置に置くことは難しい
- ・位置合わせを行い，判定が行えるようにする



2018/2/15



10

ボール座標の位置合わせ

- ・カメラを毎回同じ位置に置くことは難しい
- ・位置合わせを行い，判定が行えるようにする



2018/2/15



11

ボールの座標の位置合わせ

画像面上の座標を平行投影とみなす

$$\begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \end{pmatrix} = C(R|t) \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ z_1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

C : 定数の係数

R : 回転行列

t : 並進成分

$$M := C(R | t)$$

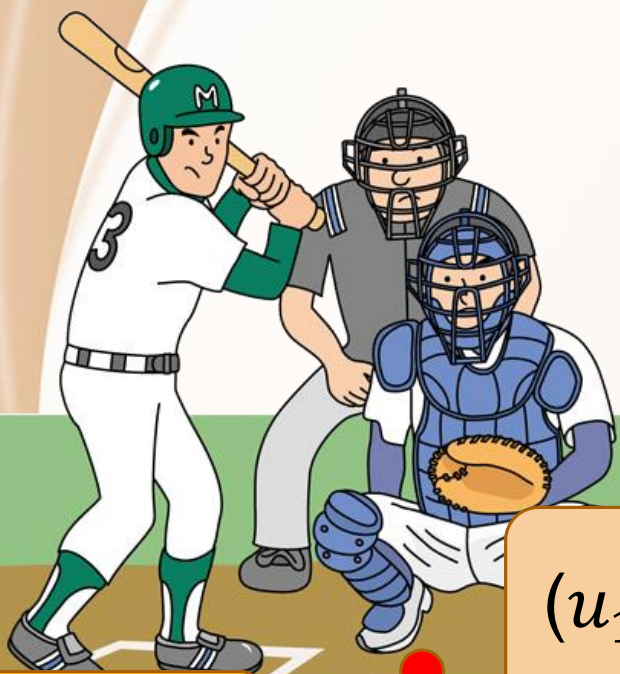
$M(2 \times 4$ 行列)
→

(u_1, v_1, z_1)

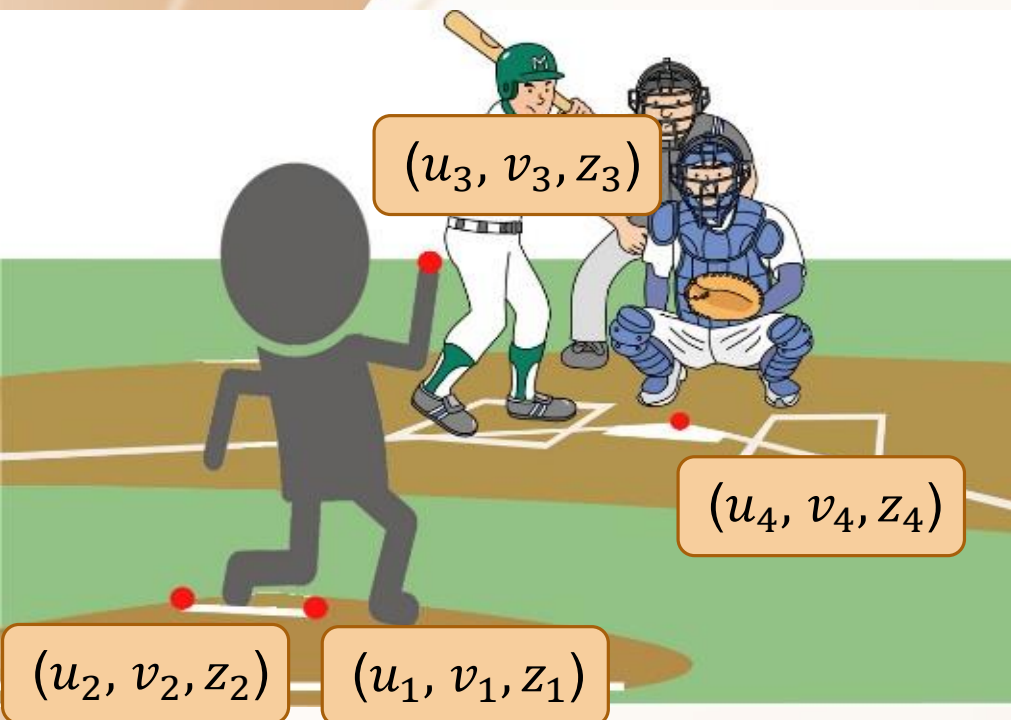
(u_2, v_2, z_2)

カメラ1

カメラ2



ボールの座標の位置合わせ



$P_1 u_1$: カメラ1の座標系での座標 u_1
 $P_2 u_1$: カメラ2の座標系での座標 u_1

基準点4点の座標より M を求める

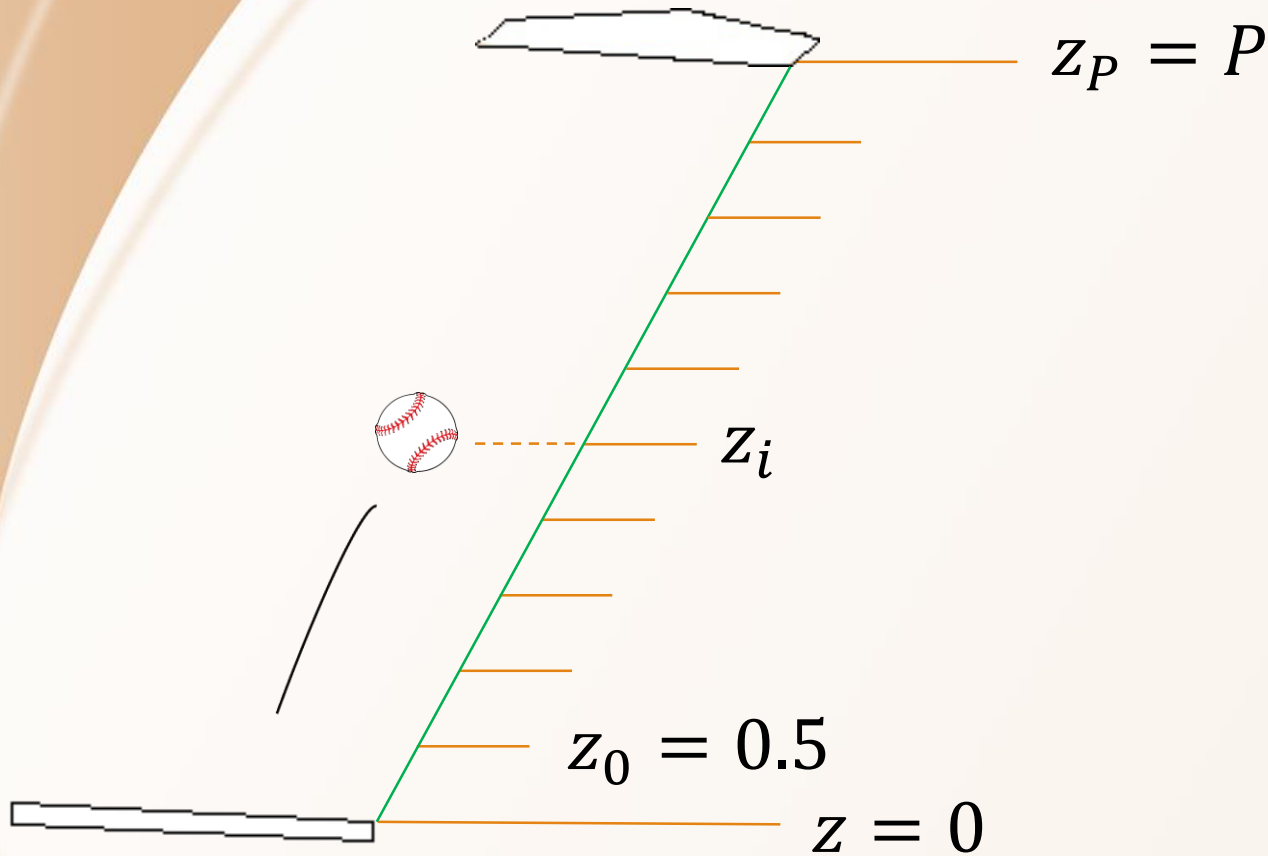
(2×4 行列)

$$\begin{pmatrix} P_2 u_1 & P_2 u_2 & P_2 u_3 & P_2 u_4 \\ P_2 v_1 & P_2 v_2 & P_2 v_3 & P_2 v_4 \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} P_1 u_1 & P_1 u_2 & P_1 u_3 & P_1 u_4 \\ P_1 v_1 & P_1 v_2 & P_1 v_3 & P_1 v_4 \\ z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$B = MA$$

$$M = BA^{-1}$$

ボールの座標の位置合わせ



求めたMを使い, ボール座標を位置合わせする

時刻の値を疑似的に奥行き z とする

$$\begin{pmatrix} x'_i \\ y'_i \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$z'_i = z_i$$

SVMによる判定

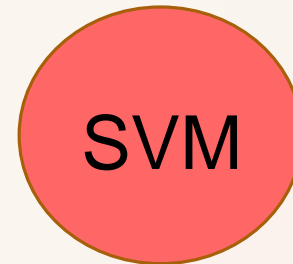
SVM: 教師あり学習を用いる2クラスのパターン識別手法の1つ

SVMにデータを与え, ストライク・ボールを判定する

学習

時間合わせ
位置合わせ

クラス既知
軌跡データ



評価

時間合わせ
位置合わせ

クラス未知
軌跡データ



判定結果
ストライクorボール

実験の設定

- ・異なるカメラ位置で撮影された映像A,Bを使用
- ・A,Bともに投球100球が記録されている



映像A



映像B

同一カメラ位置での実験



映像A

100球

学習データ
90球

評価データ
10球

10回繰り返し、母数100で評価する

同一カメラ位置での実験



映像B

100球

学習データ
90球

評価データ
10球

10回繰り返し、母数100で評価する

同一カメラ位置での実験結果

学習データ	A	B
評価データ	A	B
正答数	95/100 95%	97/100 97%

95~97%の正答が得られた

ストライクゾーンの上縁または下縁を通過するボールに対して不正答



原因：打者ごとのストライクゾーンの違いを考慮しなかったため

異なるカメラ位置での実験



学習データ

映像A
100球



評価データ

映像B
100球

異なるカメラ位置での実験



学習データ

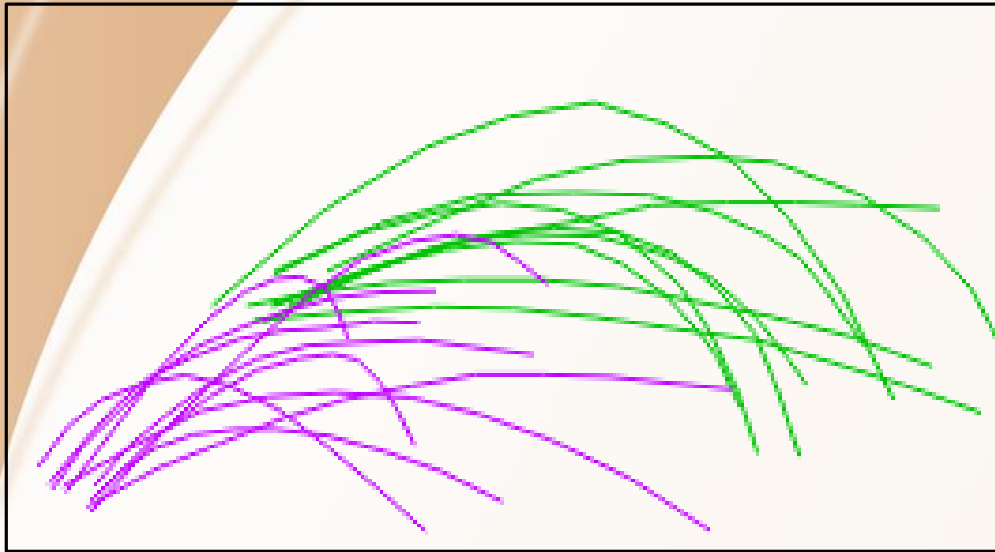
映像B
100球



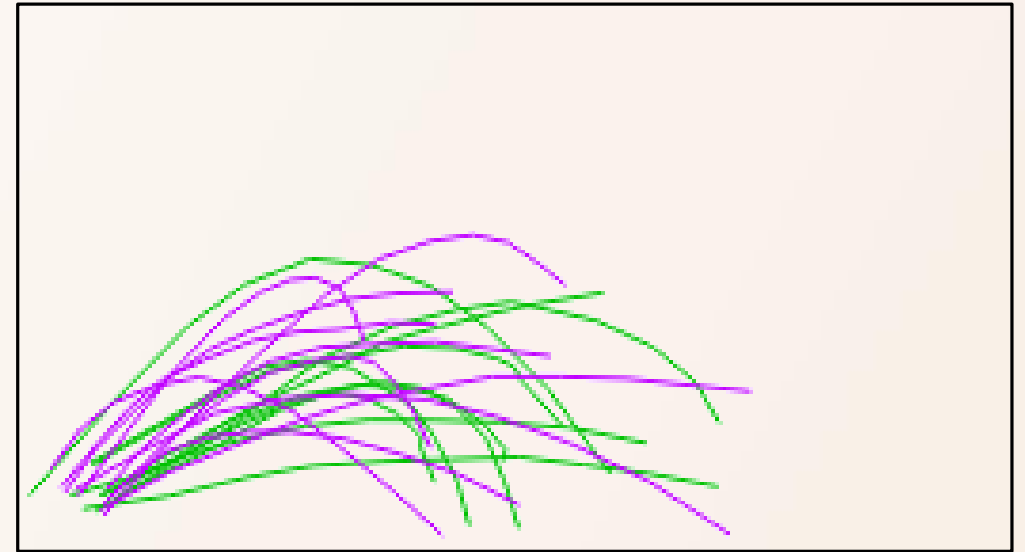
評価データ

映像A
100球

異なるカメラ位置での実験結果



座標位置合わせ前



座標位置合わせ後

紫:投手A, 緑:投手B, 投手Bを投手Aへ位置合わせ

- ・始点のズレが解消されている

異なるカメラ位置での実験結果

学習データ	B	A
評価データ	A	B
正答数	98/100 98%	98/100 98%

- ・カメラ位置が異なっても、判定が行えた
- ・学習データでは見られなかった軌道のボール（落差の大きいカーブ）が不正答となった

まとめ

- SVMを用いた機械学習により安価な機材によって野球におけるストライク・ボールの判定自動化を目指した。
- カメラ位置が異なっても位置合わせを行うことで、98%の精度で正しい判定を行えることが確認できた。

今後の課題

- 打者ごとのストライクゾーンの変化に対応
- 左投手での判定に対応

～終～