

# 高速度カメラを用いた素振り練習の支援システム

木坂綺花<sup>1</sup> 井尻敬<sup>1</sup> 平林晃<sup>1</sup>

**概要.** 野球の素振り練習では、ボールのコースや打点を意識しながらバットを振ることが重要だといわれている。本研究はこの素振り練習に着目し、高速度カメラを用いた効果的な練習支援システムを提案する。ユーザはバッティングティー型の打撃目標に対して素振りを行う。提案システムは、その様子を撮影した高速度動画を解析し、インパクト時の打撃目標の位置とバット姿勢をユーザに提示する。素振り練習に関する詳細な情報をユーザに提示することで、提案システムは、打撃目標やバットの軌跡をイメージした効果的な練習を支援する。

## 1 はじめに

野球の打撃練習には様々な方法が知られている。特に本研究では、ボールを利用せずにその場でバットをスイングする“素振り”練習に着目する。この素振り練習の主な目的は、良い打撃フォームの取得、筋力・スイングスピードの増強などである。素振り練習では、ただバットを振るだけでなく、ボールの飛んでくるコースやボールを捉える位置を常に意識することが重要だといわれている。

バットにはスイートスポットと呼ばれる位置が存在し、この位置にボールが当たると初速の速い打球が得られる[1]。そのため、ほとんどの場合、打者はバットのスイートスポットでボールを捉えることを目標とし、練習を繰り返す。

本研究では、素振り練習時にバットのスイートスポットをより意識できるよう、また、ボールをとらえる際のバットの向きを意識できるよう、高速度カメラを用いた素振り練習支援システムを提案する。本研究では、ユーザ手前に打撃目標を配置し、ユーザは打撃目標をバットのスイートスポットで捉えるよう素振りをする。この素振りの様子を高速度カメラで撮影し、インパクト時の『打撃目標の相対位置』と『バット姿勢』をユーザに提示する。

**関連研究.** 高速度カメラを用いた打撃解析に関していくつかの研究が行なわれている。大室らは、野球経験者と非経験者のスイングを高速度カメラで撮影し、スイングの再現性に関する解析を行った[2]。また、樋口らは、打者の視覚情報を阻害した打撃シ

ーンを高速度カメラで撮影し、打撃における視覚情報の重要性を解析した[3]。しかし、これらの研究では、研究者が手作業により高速度動画を解析しており、その解析は非常に手間の掛かるものであった。

## 2 提案手法

### 2.1 撮影条件

ユーザは、赤・黄・青の布をマーカーとして貼り付けたバット(図1a)を用いて、バッティングティー型の打撃目標(図1b)に対して、素振りを行う。この素振りの様子を、ユーザ前方に設置した高速度カメラ(Sony RX10II, 図1c)により撮影する。バットに貼り付けられた黄色マーカーはスイートスポット位置を表し、ユーザは、この部分が打撃目標の中心(青点)に接触するよう素振りを行う。



図1. 撮影条件.

### 2.2 高速度動画画像の解析

前述の撮影により得られた高速度カラー動画(図2a)を解析し、インパクト時のバットに対する『打撃目標の相対位置』および『バット姿勢』をユーザに提示する(図2f)。動画の解析は(1)打撃目標検出、(2)インパクトフレーム検出、(3)マーカー追跡の3ステップから構成される(図2)。

Copyright is held by the author(s).

1. 立命館大学情報理工学部メディア情報学科

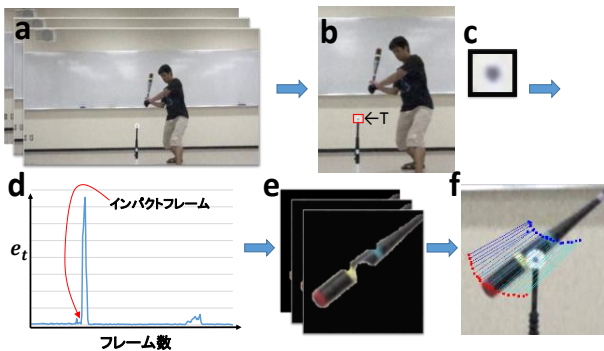


図 2. 提案手法の処理の概要.

(1)打撃目標検出ステップでは、入力動画内(図 2a)の打撃目標の位置を検出する。ユーザが素振りを行うまで打撃目標は動かない。そこで我々は入力動画の最初のフレームに対し、テンプレートマッチングを施すことで、打撃目標を含む矩形領域  $T$  を取得する(図 2b)。このとき打撃目標のテンプレート画像(図 2c)は、事前に与えられているものとする。

(2)インパクトフレーム検出ステップでは、バットと打撃目標が接触した瞬間のフレーム番号を検出する。バットが打撃目標に接触すると、打撃目標が大きく動くため、先に検出した矩形領域  $T$  において画像が大きく変化すると考えられる。そこで、入力動画像  $I_t(\mathbf{x})$  について、矩形領域  $T$  における連続フレーム間差分を以下の通り定義する、

$$e_t = \sum_{\mathbf{x} \in T} (I_{t+1}(\mathbf{x}) - I_t(\mathbf{x}))^2.$$

ただし、 $\mathbf{x}$  は画素位置、 $t$  はフレーム番号である。実際の動画より得られた  $e_t$  を図 2d に示す。バットが打撃目標に接触した直後よりフレーム間差分が増大していることが観察できる。我々の検出対象は、接触の瞬間であり、フレーム間差分  $e_t$  の変化が始まる点と考えられる(図 2d 矢印)。そこで、まず、フレーム間差分が最大となるフレーム  $t^* = \operatorname{argmax}_t(e_t)$  を求め、 $t^*$  から左に向かって  $e_t$  をたどり、 $e_t$  が局所最小となるフレームをインパクトフレームとして検出する。

(3)マーカー追跡ステップでは、バットに貼り付けた赤・青マーカーを検出する。まず、誤検出を減らすため入力動画像に背景差分法を適用し、動きのある物体(バット・打撃目標)に対応する画素を前景領域として抽出する(図 2e)。抽出された前景領域に対し、HSV 色空間における閾値処理を施すことで、バットに貼り付けたマーカー領域を検出する。最後に、マーカー領域の重心点をマーカー位置とする。

以上の 3 ステップより、打撃目標、インパクトフレーム、青・赤マーカー位置が得られる。これらの

情報を利用して、インパクト時の打撃目標の相対位置をバット画像上に可視化する(図 3a, b)。また、インパクトフレーム画像において、その前後 10 フレームにおけるマーカー位置を重ね合わせた画像を生成し、インパクト時のバット姿勢を可視化する(図 3c)。

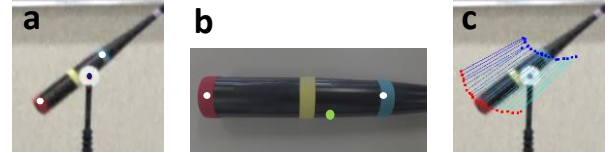


図 3. 打撃目標の相対位置とバット姿勢の可視化.

## 2 結果と考察

野球経験のある大学生の素振りシーンを 10 回分撮影し、得られた動画像の解析を行った。得られた 10 個の打撃目標の相対位置を上図に示す。

提案手法は、打撃目標に対するバット位置やバット姿勢を可視化するため、このシステムを用いることでスイートスポットを意識した練習が行える。提案アルゴリズムは全自動で動画像を解析できるため、複数の動画を効率的に解析することも可能である。

予備実験において、提案手法が目算と近いインパクトフレーム検出・マーカー位置検出を行えることを確認している。より詳細な精度評価は将来課題である。また、現在のシステムでは、高速度動画を撮影する協力者が必要であることや、動画の保存・転送に時間が掛かるという問題がある。一般的に素振りは一人でやる練習であるので、高速度動画撮影の自動化や動画解析の高速化を行うことで、より使いやすいシステムの実現を目指す。

謝辞. 実験に協力いただいた、立命館大学松原一憲氏に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] H. Brody. The sweet spot of a baseball bat. *American Journal of Physics*, 54(7), 640-643, 1986.
- [2] 大室康平, 坂元龍斗, 永見智行, 大部隆志, 長谷川伸, 野村徹, 彼末一之. 野球のバットスイングの解析: 速さか安定性か. 日本機械学会 ジョイント・シンポジウム講演論文集, 108-112, 2004.
- [3] T. Higuchi, T. Nagami, H. Nakata, M. Watanabe, T. Isaka, and K. Kanosue. Contribution of visual information about ball trajectory to baseball hitting accuracy. *PLOS ONE*, 11(2), e0148498, 2016.