

携帯端末の画像処理を用いた野球の球速のリアルタイム推定

山口 陽介^{1,a)} 三浦 元喜^{2,b)}

概要: 本研究では、携帯端末上での画像処理によって投球された野球ボールの追跡をおこない、実際の野球場においてリアルタイムに球速を計測するスピードガンアプリケーション iPhoneSG の開発をおこなった [1]。iPhoneSG は投球を横から撮影した動画を使用することを想定しており、真後ろからしか測定ができなかったドップラー方式のスピードガンに比べ、広い範囲での測定をおこなうことが可能となる。動画の撮影、画像処理をおこなうデバイスとして、近年広く普及してきているスマートフォンを用いることで、アマチュアの選手や野球ファンが手軽に球速の測定をおこなうことができるシステムの実現を目指した。試合中にも快適に利用できるアプリケーションを目指し、より高速に処理をおこなうための手法を提案する。

Calculating Baseball Pitch Speed by Image Processing on Smart Phone

YAMAGUCHI YOSUKE^{1,a)} MIURA MOTOKI^{2,b)}

Abstract: In this paper, we developed a smartphone application "iPhoneSG" which can measure the velocity on real baseball field in near real time by using standalone image processing technique on it. In contrast with traditional Rader Speed Guns, which must be placed on the extended line of the ball trajectory, iPhoneSG widens the possible area of data acquisition. Nowadays, smartphones have been getting very popular. So, we selected this device to achieve our purposes. By this, a lot of amateur players or fans can use this application more easily. In order to be able to be comfortably used during a game, we propose the method for performing processing faster.

1. はじめに

野球というスポーツにおいて、ピッチャーの投げるボールの速度は、最大の関心ごとの一つである。本研究では、携帯端末上で、コンピュータビジョンの技術を駆使し、野球のピッチャーが投げたボールの球速を計測するアプリケーション iPhoneSG を開発し、その有効性を検証する。野球ボールは投球全体の画像に対して非常に小さく、その速度は 150km/h にもなる。このような物体を追跡し、その速度の計測、表示という全ての過程をスマートフォン上で実現することに挑戦し、かつ従来型のスピードガンとは違った利用方法、利用形態を利用者に提供することで、野球技術の

向上とともに、野球観戦の楽しみを広げることを目指した。

投球されたボールの球速は野球における最も大きな関心ごとのひとつである。これまでに、ハイスピードカメラやセンサデバイスを用いたり、地下室のような特殊な空間を用いて野球の投球を分析する研究がすでにおこなわれている [2][3][4][5]。しかし、高校野球をはじめとするアマチュア野球において、それらの装置は高価であり、球速測定はまだ一般的ではない。プロ野球の試合に使われない野球場ではスピードガンが設置されていることは少なく、市販のスピードガンを手にとって計測するには、測定位置がピッチャーとキャッチャーの延長線上のバックネット裏に制限される。装置自体の価格も高く、誰もが気軽に利用できるものではない。本アプリケーションは、横から撮影した投球映像を利用することにより、より広い測定範囲を利用者に提供する。(図.1) ビデオカメラで撮影した投球動画を持ち帰り、コンピュータを使って解析することも考えられるが、球速を「その場で」知ることはできない。

¹ 九州工業大学 工学府 先端機能システム工学専攻
Department of Applied Science for Integrated System Engineering, Kyushu Institute of Technology

² 九州工業大学 基礎科学研究系
Faculty of Basic Sciences, Kyushu Institute of Technology

a) p350928y@mail.kyutech.jp

b) miuramo@mns.kyutech.ac.jp



図 1 測定の様子

近年、スマートフォンは携帯電話としてだけでなく、小型のコンピュータとしても利用できるだけのスペックを持つようになってきている。それに伴い、スマートフォンに実装されるカメラの性能も進化してきている。本研究では、日本で最もポピュラーなスマートフォンである iPhone シリーズ^{*1} の iPhone6 を用いて、アプリケーションの開発をおこなった。

2. 本研究の目標

アプリケーションの開発にあたり、本研究では、次のように目標を設定した。

- 撮影から画像処理、出力までを iPhone のみで完結させる。
- 端末を手に持って撮影できる。
- 野球の投球間隔のルールである 12 秒以内^{*2} に処理を終え、結果を出力する。
- 120km/h 150km/h の球速の測定を、プラスマイナス 5km/h 以内の精度でおこなうことができる。

3. 野球ボールの検出手法

iPhoneSG の野球ボール検出システムは、画像処理ライブラリ OpenCV を利用して開発をおこなった。検出対象である野球ボールには次のような特徴がある。

- 白くて丸い
- 1 フレームに最大 1 つしか現れない。
- 投球画像全体に対して、ボールの大きさは非常に小さい。
- 等速直線運動をする。
- マウンドからホームベースの距離、ボールの運動方向は一定である。

^{*1} スマートフォン・シェアランキング, 株式会社ウェブレッジ, 2015 年 12 月 14 日時点, https://webrage.jp/mobile/data/sp_share.html

^{*2} 公認野球規則によれば、ピッチャーはキャッチャーからボールを受けて、12 秒以内に次の投球を開始しなくてはならないというルールがある。違反した場合、試合を長引かせたとし、審判はボールを宣告する。一般財団法人全日本野球協会アマチュア野球規則委員会。野球規則(抜粋), <http://asaka-aba.net/kisoku.html>。

3.1 動画から静止画の切り出し

本研究では、最大フレームレート 120fps, 240fps での動画撮影を採用した。高フレームレートでの撮影中にオンメモリで画像処理をおこなうのに、iPhone6 ではスペック不足であった。そのため投球の撮影と画像処理を同時並行ではおこなわず、投球の撮影後、それを一旦 mp4 ファイルとして iPhone 本体に保存し、そのファイルから毎フレームの静止画を取り出し、処理していく。

3.2 ボール探索範囲の設定

投球画像から実際の距離を得るために、アプリケーションの実行画面には、ピッチャーとバッターの位置にマーカーを設置した。(図.2) アプリケーションはピッチャー、バッターをマーカーの位置に入れるようにして使用する。ピッチャー、バッターはボールの探索範囲からは除き、ピッチャーの前方を探索する。(図.3) これにより、処理速度を高速にするだけでなく、範囲外の物体の動きは無視でき、誤検出を減らすことができる。

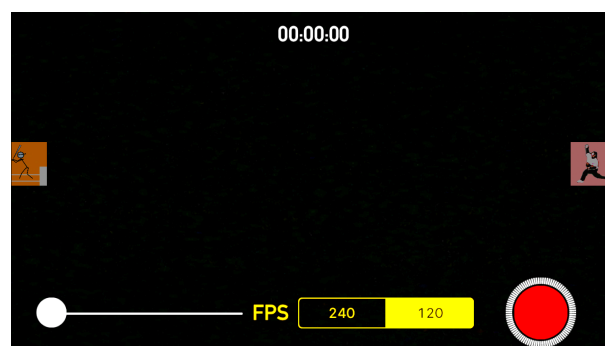


図 2 アプリケーションの実行画面



図 3 ボールの探索範囲

3.3 背景除去

投球画像から高速で移動している白い野球ボールを取り出すために、画像の中で動きのない背景の除去をおこなう。そのために iPhoneSG では、連続する 2 フレーム間での差

分をとる。画素値の変化のない部分は、フレーム間で差分をとると 0 となり、処理後は動いている部分のみの画像が得られる。(図.4)



図 4 フレーム間差分

3.4 ノイズの除去

差分処理後の画像には手ぶれによるノイズが残る。そのノイズを除去するために画像の平滑化をおこなう。iPhoneSG では処理画像を二値化し、二値画像の収縮・膨張によってノイズの除去をおこなった。

3.5 ボールの位置座標の取得

強調されたボールの位置座標を取得するために、輪郭抽出をおこなう。二値画像の黒と白の境目を輪郭と見て、その輪郭の重心座標をボールの位置座標とする。

4. 球速の計算

CPU、メモリの限られる携帯端末上でリアルタイムな計測をおこなうためには、処理時間を短縮することが必要である。本論文では、全フレームのボールの検出はおこなわず、最初の数フレームのボール検出のみをおこなう。ボールが検出されたフレームが 2 フレーム見つかった時点で処理を終了し、2 フレーム間の位置座標の差から球速を計算する。ボールの軌道を全て検出するのに比べて高速に処理することができる。

5. まとめと今後の課題

本論文で提案した手法で得られるのは平均速度ではなく、投球されたボールの初速度である。野球中継等で使われるドップラー方式のスピードガンも初速度を測定しており、それに近い結果が得られると考えられる。提案手法について、測定実験をおこない、処理時間や結果の比較をおこなうことが今後の課題である。また、初速以外のパラメータを利用したアプリケーションについても検討していく。

参考文献

- [1] 山口陽介, 三浦元喜: "携帯端末の画像処理による微小オブジェクトの追跡", 第 23 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS 2015), 135-136, 2015.
- [2] Christian Theobalt, Irene Albrecht, Jrg Haber, Marcus Magnor, Hans-Peter Seidel: "Pitching a Baseball - Tracking High-Speed Motion with Multi-Exposure Images", Proc. SIGGRAPH '04, 540-547, 2004
- [3] 斎藤健治, 仰木裕嗣, 井上伸一, 市川浩, 山岸正克, 宮地力, 高井省三: "手首で計測した加速度による投球スピードの推定", 体育学研究 第 47 巻 第 1 号, 4151, 2002.
- [4] Michael Lapinski, Eric Berkson, Thomas Gill, Mike Reinold, Joseph A. Paradiso, "A Distributed Wearable, Wireless Sensor System for Evaluating Professional Baseball Pitchers and Batters", Wearable Computers, 2009. ISWC '09. International Symposium, 131-138, 2009
- [5] Hashimoto, T. Keio Univ., Yokohama, Japan Uematsu, Y. , Saito, H.: "Generation of See-Through Baseball Movie from Multi-Camera Views", Multimedia Signal Processing (MMSP), 2010 IEEE International Workshop on, pp.432 - 437, 2010.