

異なるシャッター速度で撮影した映像を用いた バドミントンシャトルの3次元位置推定法

3D Position Estimation of Badminton Shuttle

Using Multiple Exposure Time Images

宋戸 英彦[†] 北原 格[‡] 亀田 能成[‡] 大田 友一[‡]

Hidehiko SHISHIDO[†] Itaru KITAHARA[‡] Yoshinari KAMEDA[‡] and Yuichi OHTA[‡]

[†] 筑波大学 大学院システム情報工学研究科 [‡] 筑波大学 システム情報系

[†] Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

[‡] Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

Abstract This paper proposes a method to estimate 3D trajectory of a badminton shuttlecock, which moves fast and anomalously, by using multiple images captured with different (short or long) exposure time.

1. はじめに

複数視点画像を用いた一般的な3次元位置推定処理では、同期撮影を前提としている。近年、解像度やフレームレートなどカメラ性能は、急速に向上しているが、一般的な動画撮影において、同期撮影は実現されていない。複数の非同期カメラを用いて、撮影時刻のずれを推定する研究が行われている[1]が、被写体の運動モデルに制約条件を設けるため、シャトルのように不規則に動く物体の撮影には対応困難である。

本研究では、異なる露光時間で非同期に撮影した多視点画像から移動物体（バドミントンシャトル）の3次元位置を推定する手法を提案する。比較的長い露光時間で撮影した複数視点画像から被写体の移動軌跡（3次元線）を推定し、その3次元線上に、短い露光時間で撮影した画像における被写体の観測位置を投影することにより、非同期撮影した多視点動画から、被写体の3次元位置の推定を可能とする。

2. 異なるシャッター速度で撮影した映像を用いた3次元位置推定法

本研究では、多視点カメラとしてキヤノン社 EOS 5D Mark2 を用いて、1920 画素×1080 画素の解像度の映像を毎秒 30 枚撮影する。シャッタースピード（露光時間）は各々 1/30 秒（図 1 Camera1,3）と 1/200 秒（図 1 Camera2）に設定する。図 1 に示すように、長露光時間カメラを Y 軸、X 軸と直行するように各 1 台、短露光時間カメラを Y 軸と直行するように 1 台設置する。各カメラは事前にキャリブレーションを行っている。

バドミントンシャトルは非常に高速に移動するが、短露光時間で撮影された画像では、ブラーのない像が観測される。複数視点で観測されたブラーのない像を用いれば、精度の高い3次元位置の推定が可能であるが、非同期撮影のように各カメラの撮影時刻に差異が存在する場合、その影響を大きく受ける。一方、長露光時間カメラで撮影した画像では、大きなモーションブラーが発生し、シャトルは線として観測される。このような観測像を用いて推定された3次元位置には、ブラーによる不確実性が存在するが、撮影時刻の非同期性の影響は比較的受け難い[2]。本稿では、これら両画像の特性を補完的に利用することにより、非同期撮影された映像からでも、高速かつ不規則に動くバドミントンシャトルの3次元位置推定を可能にする。

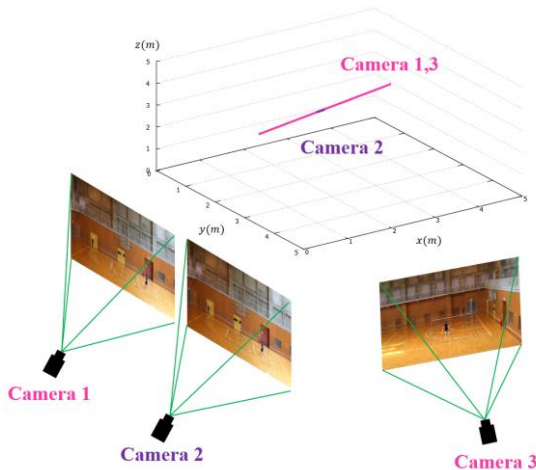


図 1. 提案手法で利用する 3 台のカメラ配置

[†] [‡] 筑波大学 大学院システム情報工学研究科, 同システム情報系

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

TEL. 029-853-6556

E-mail: shishido@image.iit.tsukuba.ac.jp

E-mail: {kitahara, kameda, ohta}@iit.tsukuba.ac.jp

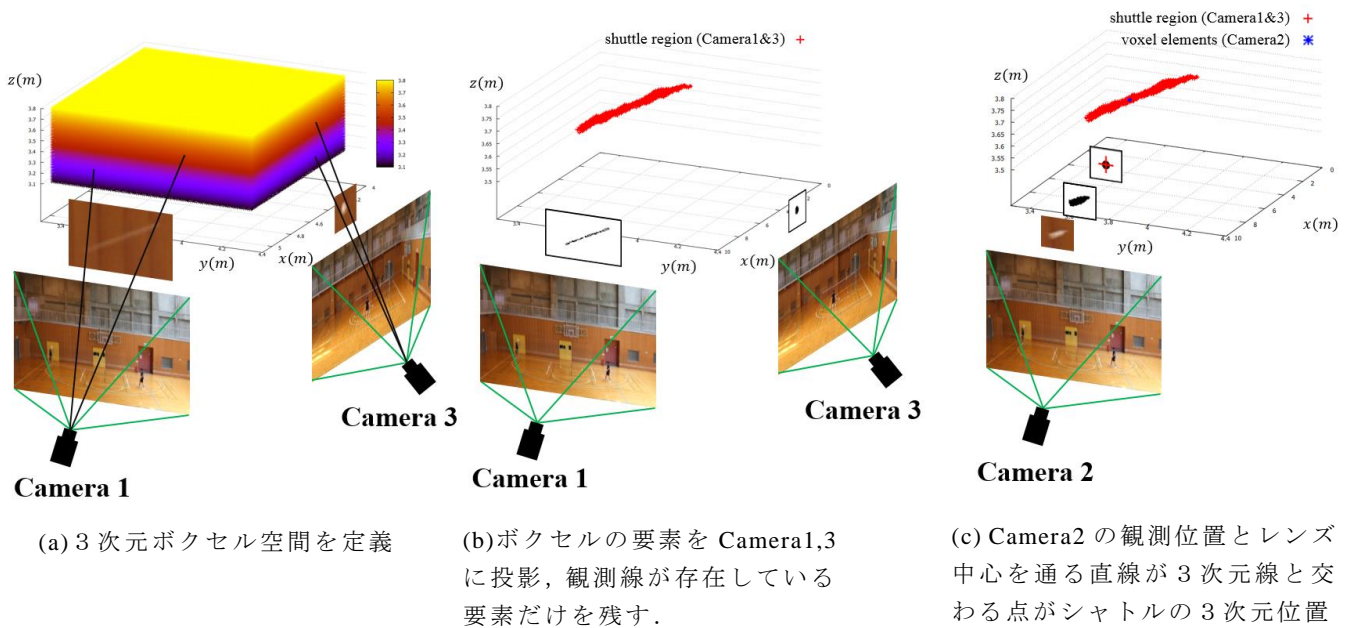


図2. SHAPE-FROM-SILHOUETTEを用いたバドミントンシャトルの軌跡推定法の推定結果

2.1. バドミントンシャトルの軌跡推定と3次元位置推定

図2 (a) に示すように, 長露光時間画像において観測されたシャトルの観測線に対して, *Shape-From-Silhouette* [4] を適用することにより, シャトルの3次元軌跡推定を復元する [3]. 図2 (b) に3次元線として推定されたシャトル領域の3次元形状を示す. 次に, 図2 (c) に示すように, Camera2 で撮影した短露光時間画像に対してシャトルが観測される領域を検出する. その観測位置とレンズ中心を通る直線を求める. この直線と前述した処理で得られた3次元線との交点として, 注目しているフレームにおけるシャトルの3次元位置が求まる.

2.2. 提案手法の実証実験

図2 (c) に示すように, 露光時間を長く設定したカメラで撮影した画像から得られた, シャトル領域の3次元形状 (3次元線) のボクセル要素を, 露光時間を短く設定した Camera2 で撮影した画像上に投影し, 観測線が存在するか否かを判定した. その結果得られた3次元位置を, 図2 (c) ※プロットで示す. 非同期で撮影した多視点映像のみを用いているにも関わらず, 短露光時間で検出されたブラーの少ない観測像を用いた精度の高い3次元位置の推定が実現されていることが確認できる.

文献

- [1] 野口 真身, 加藤 丈和: “マーカの軌跡を用いた非同期カメラの幾何学的・時間的キャリブレーション”, 情報処理学会論文誌コンピュータビジョンとイメージメディア 47(SIG_5(CVIM_13)), 59-68, 2006-03-15, 62, 1, pp.20-27(Jan.1979)
- [2] Hidehiko Shishido, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta: “A Trajectory Estimation Method for Badminton Shuttlecock Utilizing Motion Blur”, 6th Pacific Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT2013), LNCS 8333, pp.325-336, (Oct.2013)
- [3] 穴戸英彦, 北原格, 亀田能成, 大田友一: “高速かつ変則的に移動するバドミントンシャトルの軌跡推定法”, 情報処理学会 第13回情報科学技術フォーラム(FIT2014), pp.69-70(Sep. 2014)
- [4] L. Díaz-Más, R. Muñoz-Salinas, F.J. Madrid-Cuevas, R. Medina-Carnicer: “Shape from silhouette using Dempster-Shafer theory”, *Pattern Recognition*, Volume 43, Issue 6, pp. 2119-2131(June.2010)