逆順時系列探索による高速に移動するバドミントンシャトルの追跡

3D Position Estimation for a Badminton Shuttle by Inversely Searching

宍戸　英彦　　北原　格　　亀田　能成　　大田　友一
Hidehiko Shishido　Itaru Kitahara　Yoshinari Kameda　Yuichi Ohta

筑波大学 大学院システム情報工学研究科
Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

1. はじめに

我々は，画像中で観測された画像特徴を効果的に利用することにより精度良くバドミントンシャトルを追跡する手法を提案している[1]．しかし，打ち返された直後のシャトルは，非常に高速に移動するため観測情報が乏しく，かつ，その独特な形状により不規則な運動をするため，運動モデルを単純に適用する手法では追跡が困難なフレームが存在する．本稿では，そのような映像シーケンスに対し，時間を遡りながら物体追跡処理を行うことにより，問題の解決を試みる．

2. 高速に移動するシャトルの逆順時系列探索

打ち始めの非常に高速に移動するフレームでは，軌道予測のためのカルマンフィルタを構築するのに必要な十分数の観測点を検出することが困難である．そこで，速度がある程度低下し，カルマンフィルタが構築された時点（初期時刻）から時間を遡りながら追跡処理を行うことでシャトルの位置を推定する．図 1 に示すように初期時刻において導出された運動方程式より，時間 $-t$ における位置を予測する．この位置の周辺に粒子を散布し，映像フレーム上に各粒子が射影される座標において，色情報を用いた尤度計算を行う．粒子毎に算出された尤度を重みとして，重心を計算し，シャトルの 3 次元位置を推定する．

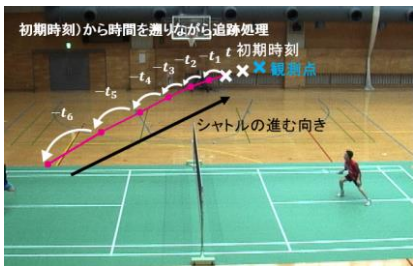
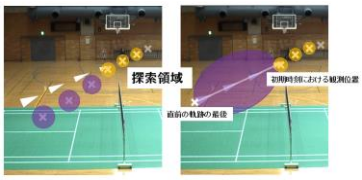


図 1　時間 $-t_k$ における推定位置

打ち返された直後のシャトルは，その形状により不規則な運動をするため，観測される形状が刻々と変化する．また，初期時刻で構築したカルマンフィルタには，少なからず予測誤差が存在する．これらの原因により，逆順時系列探索処理の推定精度が低下してしまう．

図 2a に示すように，過去に遡って予測した位置に誤差がある場合，粒子の散布範囲にシャトルが存在しないため推定が困難である．過去に遡る時間が長くなるに伴い，予測誤差が増幅される．提案手法では，図 2b に示すように直前の軌跡の最後（シャトルが打たれる直前）の位置と初期時刻における観測位置の 2 点を結ぶ直線上を探索候補領域とし粒子を散布することで，この問題を解決する．

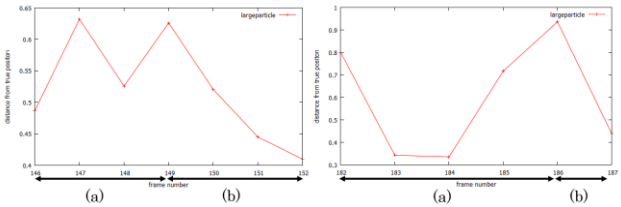


(a)　(b)

図 2　(a)：粒子の散布範囲内にシャトルが存在しない問題，(b)：最初に検出した位置との 2 点間の直線上の探索候補領域に粒子を散布

3. 実験

1 往復分のラリーに対して提案手法の有効性を確認する実験を行った．図 3 のように，これまで不可能であった打ち始めの非常に高速に移動するフレームの推定に成功している．



(a)　(b)　(a)　(b)

図 3　フレーム毎の位置推定誤差
(a)逆順時系列探索　(b)粒子探索範囲の拡大

参考文献

[1] Hidehiko Shishido, Itaru Kitahara, Yoshinari Kameda, Yuichi Ohta, “A Trajectory Estimation Method for Badminton Shuttlecock Utilizing Motion Blur”, PSIVT2013, LNCS 8333, pp. 325-336. Springer, (Oct, 2013)

Copyright © 2014 IEICE