

スポーツフィールドにおけるオプティカルフローを利用したアスリートの走速度推定

畠 圭佑[†]

会津大学[†]

1. 背景

近年、単眼カメラを利用した Visual SLAM 技術が進歩しつつある。特に、特徴点から幾何学的に3次元再構成を行う手法はリアルタイムに実行可能な計算コストを実現しており、ロボットの自律制御や自動運転などに大きく貢献している分野として注目されている[1]。一方で構造特徴の乏しい空間では特徴点による処理が難しく、LiDARなどの光学計測を利用したSLAM技術に劣る部分となる。

近年における単眼カメラによるSLAM技術は、シンプルかつ軽量なカメラのみで計測可能であるためスポーツにおける選手の移動速度を計測する分野と親和性が高い一方で、陸上競技場などのスポーツフィールドは構造特徴の乏しい空間である場合が多く、閉空間でのサッカーなどで試みられているものの[2]、実際のスポーツの現場での利用は難しい。そこで、本研究では陸上競技場のトラック上での移動速度や移動距離を単眼カメラから計測するため、画像処理によってトラック上の検出されにくい特徴を強調した上でオプティカルフローによってカメラの移動速度=選手の移動速度を推定し、陸上競技場などの構造特徴の乏しい空間におけるVisual SLAM/Odometry 技術を開発することを目的とする。

2. 方法

2-1. 動画データ

本研究における解析対象の動画は、ヘッドマウントカメラであるORDRO EP7 (PA.Times社製)を頭部に装着した状態で、陸上競技場を歩行しながら撮影を行う。歩行動作は、陸上競技場における100m走のスタート地点から開始し、50m地点までとする。撮影時の画像サイズは3840×2160とし、フレームレートは30FPSである。動画撮影区間はスタート数秒前(静止状態)から50m地点到着までの間とする。

2-2. 画像処理

取得した動画は画像サイズを640×360へリサイズし、図1に示す手順によって速度推定の前処理を行う。この前処理によって生成された同画像

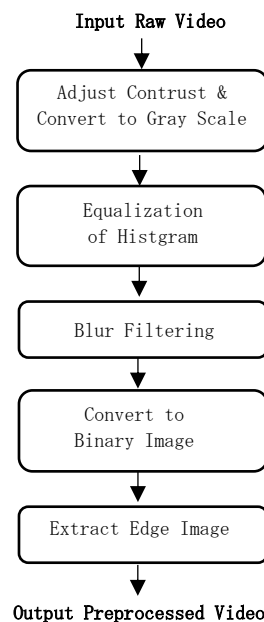


図1 前処理画像の生成フロー

2-3. 速度の推定方法

歩行速度はオプティカルフローを利用した推定方法によって行う。本推定方法においては、図2aに示すような陸上競技場のトラック上の画像的特徴を抽出した動画からLucas-Kanade法によって抽出した。抽出するオプティカルフローはトラックを含む地面領域から抽出したものを使用し、ピクセル上のオプティカルフローによる座標変化を実際の距離変化へ図3の方法により幾何学変換を行い、1フレームごとに画像中の全てのオプティカルフローについて幾何学変換したものを取得する。各フレームにおいて収集した推定距離(EstimatedSpeed)の中央値をそのフレームの推定距離とする。

Estimation of Athletes Sprint Speed by Optical Flow in Athletic Field

[†] Keisuke Hata, University of Aizu

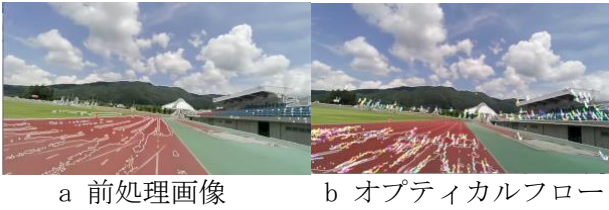
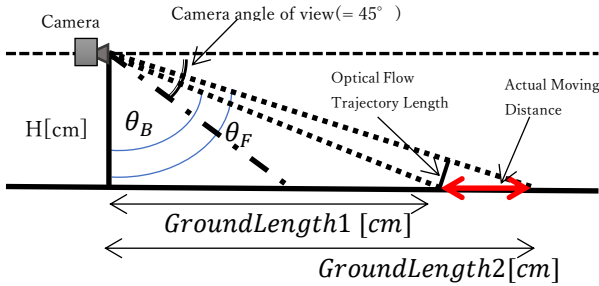


図2 前処理画像とオプティカルフローの描画



$$GL1 = H \cdot \tan\theta_B$$

$$GL2 = H \cdot \tan\theta_F$$

$$EstimatedSpeed = GL2 - GL1 \text{ [cm/Frame]}$$

図3 オプティカルフローの幾何学変換

3. 結果

速度推定及び距離推定結果を以下に示す. 図4は速度推定結果の原波形であり, 図5は原波形の30点移動平均曲線である. 移動平均曲線においては, 概ね一般的な歩行速度(1.11[m/sec]~1.67[m/sec])の範囲内となっている. また, 図6はフレームごとに積算した推定距離である. 50m地点到達時の1495フレーム目で50.74[m]であり, 概ね実際の距離値と合っている結果となった.

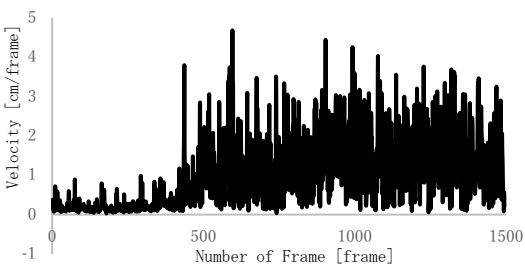


図4 推定速度の原波形

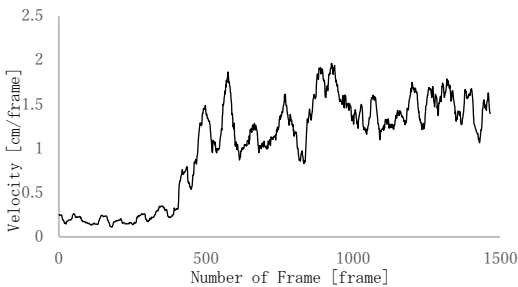


図5 推定速度の30点移動平均

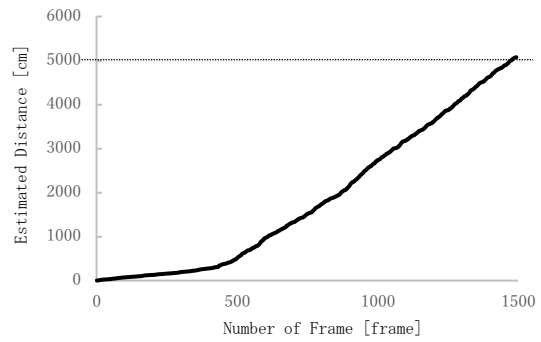


図6 推定距離のフレーム推移

4. 考察とまとめ

本研究ではオプティカルフローを利用することによって, 陸上競技場において走行する際の一人称視点の動画から速度及び移動距離の推定を行った. 50[m]の距離を歩行によって移動した際の推定距離は50.74[m]であり, 概ね妥当な距離を推定できている一方で, 速度の原波形については滑らかな波形となっていない. 本研究においてはカメラ自体の振動や回転を考慮していないため, 画面全体の密なオプティカルフローなどからカメラ自体の振動や回転などを検出して速度値を補正することなどが必要と考えられる. また, オプティカルフローとともに機械学習を組み合わせた方法[3]も試みられており, 帰納的な手法の組み合わせも有効であると考えられる.

参考文献

- [1] Raul Mur-Artal et al., ORB-SLAM: a Versatile and Accurate Monocular SLAM System, IEEE Transactions on Robotics, Vol.31, Issue: 5, 1147~1163, 2015
- [2] J.M. Ibarra Zannatha et al., Monocular visual self-localization for humanoid soccer robots, CONIELECOMP 2011, 21st International Conference on Electrical Communications and Computers, 2011
- [3] Xicheng Ban et al., Monocular Visual Odometry Based on Depth and Optical Flow Using Deep Learning, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol.7, 2021