

## 歩行者の全身を撮影し続けるためのドローン制御

### Drone Control for Capturing Whole Body of Pedestrian

山下 浩豊<sup>†</sup>

満上 育久<sup>†</sup>

Hiroto Yamashita<sup>†</sup>

Ikuhisa Mitsugami<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 広島市立大学 情報科学部

#### 概要

本研究では、歩行移動する人物を高解像度で継続的に撮影し続ける人物追従型ドローンシステムを目指し、その基本機能として人物の全身を撮影し続けることのできるドローン制御手法を提案する。提案手法では、ドローンのカメラで撮影される画像に対して OpenPose による人物検出を行い、人物の全身の姿が画像の中央付近にくるように、首と中腰を画像中に指定された目標点に一致させるように PID 制御を行う。実際に直線歩行や自由歩行を行う人物に対してドローンを追従させる実験を行い、提案手法による制御の安定性や、追従に失敗するケースについて検証する。

#### 1 はじめに

コンピュータビジョン分野において、人物検出・追跡、姿勢推定、歩容認証等の人物映像処理を行う対象となるのは、防犯カメラに代表されるような固定カメラによる俯瞰映像であることが多い。このような固定俯瞰映像は、客観視点からの人物全体およびその周囲を捉えることが可能なため、人物の位置や全身の動きなどを理解するのに適している。しかし、人物の周囲を比較的広く写していることが多いため、人物の行動や判断に関する情報が相対的に少なくなる。また、固定設置されていることで観測可能な範囲が限定され、しかもその中に死角が存在することもあるため、動き回る人物を常に観測し続けることができない。もしカメラが固定されておらず自由に移動して様々な視点を選択することが可能となれば、用途となる人物映像処理に適する撮影距離や撮影方向を選択することで、人物映像処理の適用範囲や性能の向上が期待できる。この、自由な視点移動を実現する方法として、近年、高性能化・低価格化が進んでいるドローンの利用が考えられる。実際、人物追従ドローンはすでに実用化が進み、犯人や不審者を自動で検出・追跡するドローン [1] やスポーツ解析用のドローン [2]、ドローンによって歩容認証を行う試み [3] などが存在する。しかし、これらのドローンは対象人物からの距離が比較的遠く、これにより撮影される映像は固定俯瞰映像に近いものであり、人物の細かな動作の観測には不向きである。

そこで本研究では、移動する人物を常に画像中央に撮影し続けることのできる人物追従型ドローンシステムを提案する。

#### 2 人物追従のためのドローン制御

##### 2.1 OpenPose による人物検出

人物が常に撮影画像の中央になるようにドローンの位置・姿勢を制御するには、システムが自身に対する人物の位置を把握する必要がある。本研究では、深層学習により人の骨格情報を推定するライブラリ OpenPose [4] を用いて、撮影画像から人物を検出する。提案システムでは、ドローンが撮影する映像をリアルタイムで PC に伝送し、PC 側でその映像に対して OpenPose を適用して得られる骨格座標を用いてドローンの位置・姿勢を制御する。

##### 2.2 ドローン位置制御

OpenPose は 25 個の関節点として人物スケルトンを推定している。人物が撮影画像の中央部にくるようにドローンを制御するためには、頭と爪先が画角内に収まり、かつ、画像の中央部に来るように制御するのが最も単純な方法であると考えられる。しかし、例えば歩行する人物を前方から撮影する場合、一定速度で直線歩行していても、その足先の位置は画像中で大きく上下に移動するため、それをもとにドローンを制御すると不安定になってしまう。そこで提案手法では、人の歩行動作中の位置の変動が比較的少ない首および中腰の位置に基づくドローン制御を行う。また、ドローンの動作開始時点で撮影画像中に人物がいるとは限らないため、人物追従制御を行う前段階として探索モードを設けている。詳細については、以下の節で述べる。

##### 2.3 探索モード

ドローンは初期位置として地面に着地した状態から始まり、地面から離陸した時点で人物検出処理を開始する。また、追従の途中で対象人物を見失うことも考えられる。このように対象人物が撮影画像中に存在しない場合は人物探索モードとなり、ドローンはその場の位置を維持したまま右回りに回転し、対象人物が検出されるまで探索を行う。

##### 2.4 追従モード

人物が検出されると、推定される骨格情報をもとに追従を開始する。図 1 のように、ドローンから撮影される解像度  $960 \times 720$  の入力画像に対して、座標  $(480, 210)$ 、 $(480, 330)$  をそれぞれ首、中腰の目標位置として PID 制御を行う。これにより、人物の全身がほぼ画像の中央に位置するよう制御される。

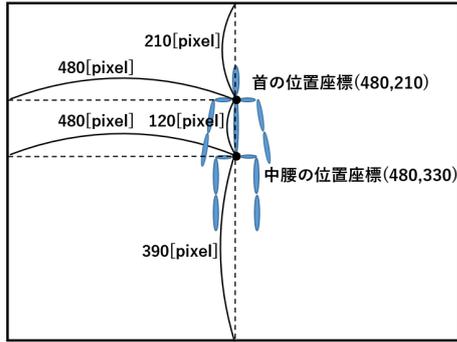


図 1: 人物追従制御における首・中腰の目標位置

### 3 人物追従制御の性能評価

#### 3.1 使用したドローン

本研究では、人物追従に使用するドローンとして、Ryze Technology 社の Tello を用いる。このドローンは約 80g の小型ドローンであり、安定した操縦が可能で、内蔵カメラにより前方を撮影することができる。また、Wi-Fi で PC と接続することで内蔵カメラで撮影される映像を PC 側でリアルタイムに取得することができる。さらに、Python プログラミングでの制御や画像処理を行うことができ、Python の様々なライブラリと併用することで高度な画像処理を可能とする。

#### 3.2 実験方法

本研究で開発した人物追従制御の性能評価として、直線歩行シーン（一直線上に歩く動作）と自由歩行シーン（任意の方向に歩き回る動作）という 2 種類のシーンで調査を行う。また、人物追従を行う中で、どのようなケースで追従に失敗するのかを検証する。

#### 3.3 結果と考察

前節で述べた 2 種類のシーンで人物追従制御を行った際の撮影画像例を図 2 に示す。

直線歩行シーンでは、人物に追従できなくなる（探索モードに切り替わる）ことはなかった（同図 (a)）が、人物との距離を常に一定に保つことができず、人物の足元が画角外に出てしまうことがあった（同図 (b)）。

一方、自由歩行シーンでは、人物がドローンに対して左右方向に移動した場合、人物が常に画角中心に来るわけではないものの、回転制御が適切に動作し人物の全身を画角内に収めることができた（同図 (c)）。しかし、人物が停止状態からドローンに向かって歩行を開始した場合などに人物の足元が画角外に出ることがあった。また、人物がドローンから離れる方向に素早く移動した場合には人物との距離が大きく離れてしまい、OpenPose による人物検出が動作せず、探索モードに切り替わることがあった（同図 (d)）。

### 4 おわりに

本研究では、歩行移動する人物を高解像度で継続的に撮影し続ける人物追従型ドローンシステムを目指し、その基本機能として人物の全身を撮影し続けることので

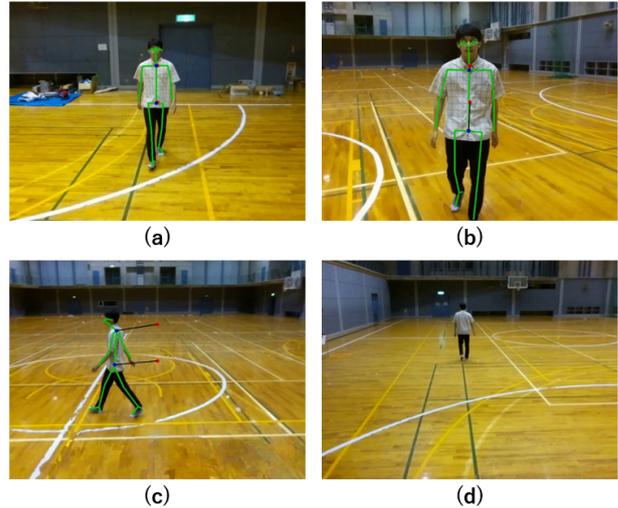


図 2: 人物追従結果

きるドローン制御手法を提案した。提案手法では、ドローンのカメラで撮影される画像に対して OpenPose による人物検出を行い、首と中腰を画像中に指定された目標点に一致させるように PID 制御を行っており、それにより、直線歩行や自由歩行をする人物に追従できることを示した。

ただし、直線歩行シーンでも、人物とドローンの距離を一定に保つことができていなかったことから、最適な制御パラメータの決定が今後の課題の一つとして挙げられる。また、本研究では OpenPose による二次元的な人物スケルトンのみを用いたが、今後は、三次元的なスケルトンを推定可能な RepNet [5] 等の手法を適用することにより、人物の向きを考慮したより知的な制御へと発展させる予定である。

### 参考文献

- [1] 高橋亮輔, 藤ノ木俊宏, 稲数幸祐, 小布施大志, 太田豊, 「世界初！民間防犯用ドローン」, 電気学会誌, Vol.136, No.9, pp.623-626, 2016 年.
- [2] 渡邊紀文, 木浦豊治, 有村勇紀, 糸田孝太, 大森隆司, 「ドローンを利用したサッカー選手間の意図共有過程の分析」, 第 34 回ファジィシステムシンポジウム, 2018 年.
- [3] Y. Shigeki, F. Okura, I. Mitsugami, K. Hayashi, Y. Yagi, “Directional Characteristics Evaluation of Appearance-Based Gait Recognition,” IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, Vol.10, No.10, 2018.
- [4] Z. Cao, T. Simon, S.-E. Wei, Y. Sheikh, “Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields,” IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2017.
- [5] B. Wandt, B. Rosenhahn, “RepNet: Weakly Supervised Training of an Adversarial Reprojection Network for 3D Human Pose Estimation,” Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2019.