

## ドローンを用いた空中撮影からの 3DCG 作成 Creating 3DCG from aerial photography using drone

奥田 竜次<sup>†</sup> 伊藤 誠<sup>†</sup> 高野 加奈絵<sup>†</sup> 前田 涼佑<sup>†</sup> 藤村 真生<sup>†</sup>  
Ryuji Okuda Makoto Ito Kanae Takano Ryosuke Maeda Masao Fujimura

### 1. はじめに

本研究では、ドローンを用いて空中撮影した映像から 3DCG を作成することが目的である。

そのため、ドローンに搭載されているカメラを用いて被写体を空中撮影する際に、リアルタイムでカメラの映像をスマートフォンに送信する。送信された映像から 3DCG にしたい被写体をスマートフォンの画面でタッチする。その後、ドローンがその物体を被写体だと認識をし、ドローンが自律制御を行う。自律制御では被写体の周りを 1 周しながら様々な角度の画像を撮影する。複数の画像から奥行きのある 3 次元データを作成できる 3 次元再構成を用いて、撮影した画像を組み合わせるとして 3DCG を作成しようと考えている。

本研究で使用するドローンは DJI 製 Phantom 3 standard のドローンを用いる。最大飛行可能時間は 25 分、飛行限界高度が 6000m である。また、ジンパルの動作可動範囲が下 90 度から上 30 度まで角度を調整できるため、空中撮影することに適していると考えている。またドローンに搭載しているカメラは画素数が 2.7k、フレームレートは 30fps のものを使用する。

このドローンを用いた空中撮影から被写体の画像に 3 次元再構成を用いる。3 次元形状のものを 3DCG 作成するとき、3 次元データは一方からの計測ではそのすべてを取得することは困難である。そのため、別方向から再計測することや、計測対象を回転させることによって全体を計測する必要がある<sup>[2]</sup>。そのため、被写体を上 45° の角度から撮影し、被写体の周りを 30° ごとに撮影し 12 枚ほどの画像を撮影する。

しかし、実際にドローンを飛ばし被写体の画像を空中撮影してみると、風にあおられるなど環境の影響や、ドローンの操縦する人の操作スキルなどの影響があり、ドローンを手で操作した場合、被写体の画像を空中撮影するのは困難である。

そのため、写体の画像を空中撮影するドローンの自律制御のプログラムを作成する。ドローンの自律制御で撮影した画像から 3 次元再構成を用いて 3DCG を作成する。

3DCG を作成する画像を取得するために、

- (1) リアルタイムに撮影される画像から被写体を認識し、その画像が 3 次元再構成に利用可能かどうかを判断すること。
- (2) (1) の画像から 3 次元再構成に利用不可能なら、ドローンを z 移動と y 回転し、再び(1)を行う。
- (3) (1) の画像が利用可能であればドローンを静止して画像を保存する。
- (4) (3) が行えたなら、ドローンを x 移動と y 回転をし、再び(1)を行う。

以上のことを繰り返し被写体の画像を撮影する。

今回の発表では、(1) で利用する画像処理の妥当性を検証する実験を行った。しかし、ドローンを用いて撮影ではなく、ドローンに搭載するカメラと似た Web カメラを利用し、手で持って撮影を行った。

手順を以下で示す。

手前に物体が後ろにある物体より大きく動くことを利用する。そのため、映像のフレーム間の移動量の変化を検証することができるオプティカルフローを用いる。撮影した映像から 1 フレームごとの移動量の変化を調べ、手前にある被写体は移動量が大きく、奥にある背景は移動量が少ないことを利用して被写体のみを判別する。

しかし、被写体と背景の移動量の変化を調べる際に、被写体とドローンとの距離が遠い場合、被写体と背景との移動量の変化がほぼ同じになってしまう、オプティカルフローによる移動量の変化が見られない。また、被写体とカメラとの距離が近い場合、撮影画面の大部分が被写体になってしまうため、被写体とドローンとの距離が遠い場合と同様にオプティカルフローによる移動量の変化があまり見られなかったため、被写体とカメラとの距離を決める必要がある。

そのため、被写体全体を撮影することができ、被写体と背景の移動量の変化が見られる位置を被写体とカメラとの最適な距離にする。今回、被写体の大きさが撮影画面全体の 3 分の 1 になる位置を被写体とカメラの最適な距離にする。カメラが最適な距離になったとき被写体の画像を撮影する。撮影した後、被写体のほうにカメラを向けながらドローンを少し動かす。少し動いた位置で、再びカメラを左右に動かし移動量の変化で被写体のみを判別し画像を撮影する。この動作を繰り返し、被写体を 1 周し、被写体の画像を撮影する。

### 2. 使用機材

今回の研究では、ロジクール製の Web カメラを用いて実験した。本研究で使用するドローンに搭載されているカメラのフレームレートと同じフレームレートであるためロジクール製の Web カメラを用いて実験をした。以下で Web カメラの簡易的なスペックを記載する。

表 1 Web カメラのスペック

画素数	300 万画素
フレームレート	最大 30 フレーム/秒
視野角	77°

### 3. 実験結果・考察

以下で、Web カメラで撮影した映像からオプティカルフローを用いて被写体と背景を判別する方法について説明する。

図 1(左図)にオプティカルフローを用いた画像を図 1(右図)とする。1 フレームごとの移動量の変化を図 1(右図)の

<sup>†</sup> 大阪工業大学大学院工学研究科, Graduate School of Engineering Osaka Institute of Technology

ように線分の長さで表す。線分の長さが長いとき移動量の変化が大きく、短いとき移動量の変化は小さいとする。

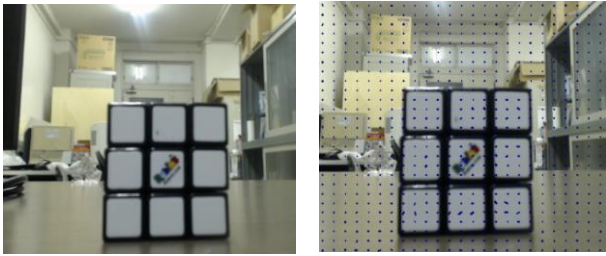


図 1 元画像(左図) オプティカルフロー(右図)

撮影画面から被写体が遠い場合の移動量の変化を図 2 で示す。図 2 のように、被写体と背景との移動量の変化は同じになる。

影画面から被写体が近い場合の移動量の変化を図 3 に示す。図 3) のように、ノイズが出てくる、撮影画面の移動量の変化は同じになり、被写体のみを判別できない。

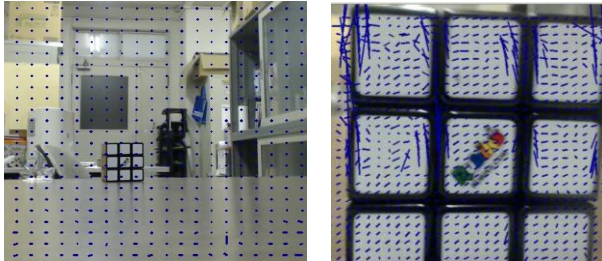


図 2 遠い場合

図 3 近い場合

被写体が撮影画面の 3 分の 1 程度になる位置の場合の画像を図 4(左図)に示す。被写体と背景との移動量の変化を調べたとき、図 4(右図)のように被写体の移動量の変化は大きく、背景の移動量の変化は小さくなる。このときの画面全体の線分の長さを、線分要素を持つオブジェクトを検出することができる Hough 変換で測定する。線分の長さが長い:短い=1:3 になっているとき適切な距離であるとする。

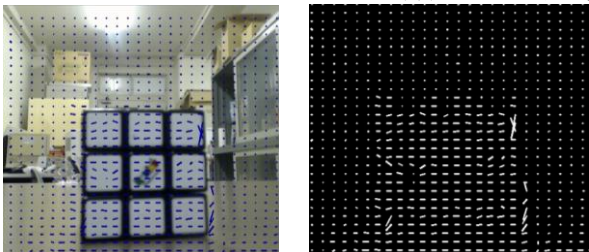


図 4 3 分の 1 の大きさ(左図) マスク画像(右図)

図 4 のように適切な距離になったとき、その位置の画像を撮影する。撮影したあと、被写体のほうにカメラを向けながら少し動かし、再び適切な距離になるようにカメラを左右に動かす。適切な距離になると画像をその位置で画像を撮影する。この動作を繰り返して被写体の周りを 1 周し、画像を枚ほど撮影する。

今回の実験の画像の一部を図 5 で示す。図 5 より Web カメラで撮影した映像からオプティカルフローを用いて、適切な距離から 3DCG に必要な様々な角度の画像を撮影することができた。しかし、図 6 のように適切な距離で撮影している場合でも、被写体にノイズが乗ってしまい、場合でも被写体と背景の区別がつけることができないときがある。

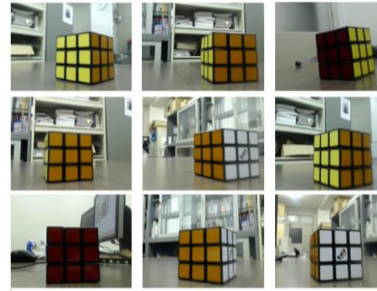


図 5 被写体の様々な角度

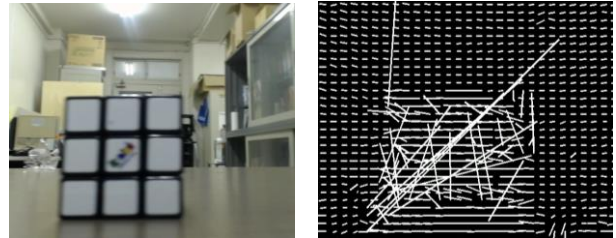


図 6 ノイズ画像

この原因として 1 フレームごとの移動量の変化にばらつきがあると考えられる。

今回の実験では、人の操作でカメラ移動を行っているため、1 フレームごとの移動量にばらつきが生じてしまったと考えられる。しかし、実際はドローンに用いて被写体を撮影するため、ドローンの自律制御のプログラムに移動量の変化を一定にすることで対策できると考えている。

ドローンに搭載されているカメラと今回使用した Web カメラのフレームレートは 30fps と同じであるため、1 秒あたりのドローンの移動量を求める。カメラを 1 秒あたり 0.1m ほど移動したとき、被写体の撮影が成功した。そのため、ドローンを 1 秒あたり 0.1m ほど移動させると被写体にノイズが乗ることなく撮影できると考えられる。

#### 4. おわりに

本研究ではオプティカルフローを用いることで、被写体と背景を判別するアルゴリズムを提案し、Web カメラを用いて 3DCG 作成に必要な様々な角度の被写体の画像を撮影することができた。

しかし、カメラを左右に動かす際に、1 フレームの移動量が大きかった場合、被写体にノイズが乗る。

そのため今後は、ドローンの撮影経路に 1 フレームの移動量を考えてこの撮影方法を応用することで、ドローンを用いた空中撮影から 3DCG を作成できると考えている。

#### 5. 参考文献

- [1] 詳解 OpenCV — コンピュータビジョンライブラリを使った画像処理・認識
- [2] 栗野直之, 3次元形状モデリングのための点群の再構成に関する研究, 成膜大学理工学研究報告, . Fac. Sci. Tech, Seikei Univ. Uo1. 50No. 2 (2013) pp. 73-78