

Creating 3 dimensional object from aerial photography using drone

奥田 竜次[†] 伊藤 誠[†] 江田 ひかり[†] 藤村 真生[†]
 Ryuji Okuda Makoto Ito Hikari Eda Masao Fujimura

1. はじめに

被写体の 3DCG を作成しようとした場合、被写体全体を撮影する必要がある。被写体が小さい場合、手持ちカメラから被写体全体を撮影することは容易である。しかし、被写体が大きい場合、手持ちカメラから被写体全体を撮影すると時間や労力がかかる。そのため、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、被写体を上から全体を撮影し、被写体の周りを 30° ごとに撮影し 12 枚撮影する。

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、ドローンを手動で操作した場合、被写体の画像を空中撮影するのは困難である。

そのため、被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別すること。
- (2) 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) 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。

(1)から(4)までの実際の手順を以下で詳しく示す。

被写体と背景を判別する方法として、カメラの撮影する向きは変えず、カメラの位置を左右に動かしたとき、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る。図 1 のように、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と背景を判別する。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とした。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。3 次元形状のものを 3DCG 作成するとき、3 次元データは一方向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[2]。そのため撮影した後、被写体のほうにカメラを向けながらドローンを被写体を中心として円を描くように反時計回りに 30 度移動させる。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。

(1)で利用する画像処理の妥当性を検証する実験は、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。

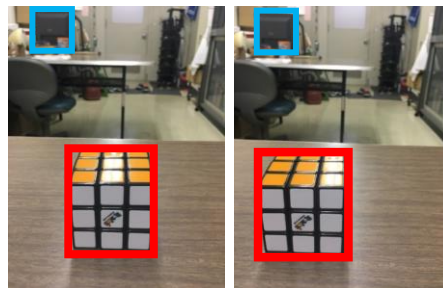


図 1 オプティカルフロー

2. 使用機材

本研究では 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。表 1 に Phantom 3 standard の簡易的なスペックを記載する。

表 1 Phantom 3 standard のスペック

機体重量	1216g
対角寸法 (プロペラを除く)	350mm
最大飛行時間	約 25 分
飛行限界高度	6000m
ジンパルの動作可動範囲	下 90 度～上 30 度
画素数	400 万画素
フレームレート	30fps

また、今回の検証実験では、ロジクール製の Web カメラを用いた。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実験ではこのカメラを用いることとした。以下で Web カメラの簡易的なスペックを記載する。

表 2 Web カメラのスペック

画素数.	300 万画素
フレームレート	30fps

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。元画像を図 2(左図)にオプティカルフローを用いた画像を図 2(右図)とする。1 フレームごとの移動量の変化を図 2(右図)の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 2 元画像(左図) オプティカルフロー(右図)

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 3(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 3(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 3 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。

以上の実験において、Web カメラのフレームレートの設定はドローンに搭載されているカメラと同じ 30fps を用いた。この実験結果が良好であったので、被写体が大きくなった場合、ドローンを用いることで、3DCG を作成することが可能であると考えられる。



図 3 適切な大きさ(左図) マスク画像(右図)

4. ドローンを用いた撮影方法

以下でドローンを用いた撮影方法を説明する。ドローンが離陸したときに、被写体にぶつからない位置にドローンを置く。その位置で離陸する。離陸した位置から、映像を撮影し、スマートフォンにリアルタイムで送信します。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をし、ドローンに被写体だと認識させ、自律飛行を行う。このとき、オプティカルフローを用いて被写体と背景を判別する。ドローンを左右に動かし、被写体と背景の移動量の大きさを調べ、3 節で述べた適切な距離になるようにドローンを移動させる。その位置で画像を撮影した画像を図 5 とする。撮影した後、被写体のほうにカメラを向けながら 30 度ドローンを移動させ、再び適切な距離になるようにドローンを左右に動かす。適切な距離になると再び画像をその位置で画像を撮影する。この動作を 30 度ごとに繰り返し被写体の周りを 1 周し、画像を 12 枚撮影する。この画像を用いて 3 次元再構成を行い、被写体の 3DCG を作成する。



図 4 ドローンを用いた適切な距離画像

4. おわりに

本研究では、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ることで、被写体と背景を判別するアルゴリズムの検証を行った。その際に、3DCG 作成に必要な被写体の画像を撮影することができた。ドローンで撮影した映像にオプティカルフローを用いて撮影することができた。

そのため今後は、ドローンを用いて被写体を撮影するとき、被写体を 360 度撮影することができる自律飛行のプログラムを作成する。このときに撮影した映像から被写体の 3DCG を作成する。

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