

データペーパー

表題： UAV フライトログを用いた後処理ジオタグ修正プログラム

表題（英文）： Post Processing Kinematic Program using UAV Flightlog Data

簡略表題： UAV 後処理プログラム

著者：山田浩之¹⁾、菅原隆介²⁾、鈴木透²⁾、中村隆俊³⁾、田開寛太郎⁴⁾

1)北海道大学大学院農学研究院、2)酪農学園大学、3)東京農業大学、4)都留文科大学

Authors: Hiroyuki Yamada¹⁾, Ryusuke Sugawara²⁾, Toru Suzuki²⁾, Takatoshi Nakamura³⁾ and Kantaro Tabiraki⁴⁾

1) Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University, 2) Rakuno Gakuen University, 3) Tokyo University of Agriculture, 4) Tsuru University

責任著者：

山田浩之

〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目

北海道大学大学院農学研究院

TEL：011-706-4183 / Fax：011-706-2494

e-mail address: hiroyama@agr.hokudai.ac.jp

Hiroyuki Yamada

Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University

Sapporo 060-8589, JAPAN

TEL：+81-11-706-4183 / Fax：+81-11-706-2494

e-mail address: hiroyama@agr.hokudai.ac.jp

1 **Abstract**

2 A Python post-processing code was developed to batch-replace the geotags of still images
3 captured by a UAV-mounted omnidirectional camera (VR camera) with coordinate and
4 heading data from the UAV's flight log (in CSV format).

5
6 **Keywords**

7 Exif, camera, coordinate, PPK, Python

8

10 全方位カメラ（以下、VR カメラ）等のカメラで撮影した静止画像の撮影地点をマップ上
11 やバーチャルツアー上にプロットする際に、画像に Exif 2.3 フォーマット（Exchangeable
12 image file format for digital still cameras、以下 Exif と略す）形式で記録されている座標値
13 が用いられる。この座標値の情報（タグ）はジオタグとも呼ばれるものである。この Exif
14 情報には、緯度経度や高度といった座標値のほか、カメラメーカー、レンズモデル等のカメ
15 ラ情報、撮影時刻や露出時間、シャッタースピードなどの撮影時情報、画像の方向等のデ
16 ータが記載されている（カメラ映像器工業会 2024）。

17 画像に座標値を Exif 情報に記録する方法には、カメラに接続されている GNSS（Global
18 Navigation Satellite System、一般に GPS と呼ばれる）受信機の値を画像の Exif 情報に直
19 接記録する方法、GNSS 受信機で得た座標値を後に Exif 情報に置換する方法が用いられ
20 る。後者の処理は、後処理（PPK: Post Processing Kinematic）と呼ばれる。前者の場合は、
21 カメラと受信機が一体型となっているか、カメラ専用の受信機が必要となる。また、それ
22 らの受信機の測位精度は 10 m 程度と低いものが多いことから、Exif 情報の座標値の精度
23 を高めるために、精度の高い GNSS 受信機で得た座標値を用いた後処理が行われる。この
24 処理を実行できるソフトウェアが市販されているものの、GNSS 受信機を搭載した UAV の
25 フライトログで得た座標値のデータ形式（フォーマット）の後処理に対応できるものは限
26 られている。また、カメラによっては独自の Exif 情報が記録されることから、カメラと
27 UAV フライトログ情報によって Exif 情報の置換方法を検討する必要がある。

28 ここでは、VR カメラのひとつである Insta360 X3（Arashi Vision, Inc.）と AirdataUAV
29 （AirdataUAV, 2024）で生成した csv 形式のフライトログデータを対象として、Exif 情報
30 の座標、方位等の情報を一括で置換することのできる後処理コードを作成した。これによ
31 り、RTK 測位を利用したフライトログの 0.01 m 精度の座標値を Exif 情報に記録すること
32 が可能となる。このコードは、使用機材とデータを限定しているが、コードの修正により
33 他の機体やカメラにも適用できるものと考えられる。ここでは Insta360 X3 で得た画像を

34 対象としたが、同社の Insta360 X2、Theta X (Ricoh Co., Ltd.) でも使用可能であることは
35 確認済である。また、フライトログ時刻と画像の撮影時刻が同期されていれば、VR 画像以
36 外の画像にも使用することができることも確認済である。

37

38

方法

39 Exif 情報の処理には、Exif 情報の編集可能なライブラリ pyexiv2 2.15.3 (LeoHsiao 2024)
40 を用いた。また、画像の反転等の処理には、OpenCV 4.10.0 (OpenCV team 2024) を用い
41 た。一連の処理を GUI (Graphical User Interface) 上で実行するために、Python 用の GUI
42 ライブラリ Tkinter (Python Software Foundation 2024a) を用いた。開発環境には、Python
43 3.12.7 (Python Software Foundation 2024b) を導入した Visual Studio Code (Microsoft)
44 を用いた。

45

46

コードの説明

47 後処理実行コード ppk4flightlog.py は、主に 1) 各種ファイルの読み込み、2) フライト
48 ログの csv ファイルの単位や時刻、方位の修正、3) 必要なデータの抽出、4) 画像の時刻
49 とフライトログ時刻を照合して、切り出したフライトログのデータに画像の Exif 情報を置
50 換する処理、5) GUI 表示・入力の定義で構成されている。以下に各種関数の概要を記載
51 した。各ライブラリの関数の説明については、pyexiv2 と OpenCV のマニュアルを参照さ
52 れたい。

53

54 1) def latlon(coordvalue):

55 フライトログの 10 進数の緯度、経度を度分秒の 60 進数に変換する処理を実施している。

56

57 2) def tlag(logtime):

58 Exif タグの撮影日時情報は日本時間、フライトログは協定世界時 (UTC) で記録されて

59 いる。Exif の日本時間に変換するための処理を実施している。

60 本コードでは、画像の Exif 中の時刻（ファイル変更日時 DateTime）が空データである
61 場合や時刻が正確でない場合は後処理を実行できない。このような場合には、時刻データ
62 を新たに Exif に記録する必要がある。画像 Exif 時刻と機体との時刻が異なる場合で、その
63 時差を把握できている場合は、ここでその時差を調整することで
64 (`datetime.timedelta(seconds=A)`、ここで A は時差)、時刻を補正することができる。

65

66 3) `def feet2meter(feet):`

67 フライトログの距離の単位(feet)を Exif フォーマットの単位 (m) に変換する処理を実施
68 している。

69

70 4) `def direction(deg):`

71 角度の小数桁の値を除く処理を実施している。

72

73 5) `class PPKTool:`

74 このクラスでは、GUI の表示および入力設定の定義、実行ボタンを押下時に実施する処
75 理「`def conductMain():`」を実施している。「`def conductMain():`」内では、GUI の実行ボ
76 タンを押下時に実施する処理を記載しており、画像やフライトログの読み込み、フライト
77 ログからのデータの抽出、画像の Exif の時刻とフライトログ時刻を照合して、画像の Exif
78 情報をフライトログのデータに置換する処理、画像を上下左右反転して保存する処理を実
79 施している。

80

81

使用方法

実行環境

83 Python を実行する環境は問わないが、バージョン 3.6 以上もの導入されたプラットフォ

ームを用いる必要がある。また、前述した pyexiv2 と OpenCV を本コードの実行以前に導
入しておく必要がある。

86

87 データの準備

88 このコードを実行するために、Insta360 STUDIO (Arashi Vision, 2024) を用いて jpg フ
89 ォーマット形式に変換した静止画像ファイル、その同時刻に飛行した UAV のフライトロ
90 グより得た AirdataUAV の csv ファイルが必要となる。

91

92 1) 静止画像ファイル

93 ここでは、Insta360 GPS アクションリモコン (Arashi Vision, Inc.) と Insta360 X3 で撮
94 影された位置座標、GPS 時刻が Exif 情報に記録された静止画像を用いる。撮影された静止
95 画像は、Insta360 STUDIO を用いて jpg フォーマット形式に変換されたものとし、手振れ
96 補正の種類 (自動水平補正) を実施しない画像を用いる。これを実施しないのは、写真の
97 中心の方位が不正確になるためである。このコードでは、Exif 情報のうち、緯度、経度、
98 高度、方向、画像の向きのみを置換し、他の情報には変更しないようにしている。

99

100 2) UAV のフライトログファイル

101 UAV のフライトログは、各機体の独自のフォーマットで記録されている。ここではその
102 独自のフォーマットをテキスト形式のデータとして出力することのできる AirdataUAV の
103 サービスを用いることとする。この AirdataUAV では、機体のフライトログデータを
104 AirdataUAV サイトに記録することで、kml 形式、gpx 形式、csv 形式等のフォーマット形
105 式でログを出力することができる。ここでは csv 形式で出力したデータを用いることとす
106 る。この AirdataUAV の使用方法については、サイトのマニュアルを参照されたい。

107 ここで出力される csv ファイルは、UAV のフライトログを AirdataUAV サイトに記録する
108 ことで取得できる。AirdataUAV の csv には、時刻毎の位置座標、高度、衛星数、飛行時間、

109 飛行距離、飛行速度、方位、動作等が記録されている。

110

111 3) サンプルデータ(sample.zip)

112 実行環境構築の確認のために、上記の静止画像 jpg ファイルを格納したフォルダ (jpg)

113 とフライトログ csv ファイルを格納したフォルダ (log) のサンプルデータを格納したフォルダ

114 (sample) をデータとして掲載した。これらのデータは 2024 年 8 月 3 日に濤沸湖の

115 湖岸の湿地で得たものである。フライトログは、Matrice 30 (DJI) を RTK 測位モードで

116 使用して取得したデータで、10 Hz (1 秒に 10 回) のデータが記録されている。

117

118 後処理の実行

119 上記 2 つのファイルが保管されたフォルダを作成し、GUI の InstaXX jpg folder で画像

120 フォルダを指定する。Airdata flightlog csv folder でフライトログフォルダ、後処理を施し

121 た画像を保管するフォルダを Jpg save folder で指定する。それらの指定後に、実行ボタン

122 (Execute) をクリックして実行する (図 1)。パスを含むフォルダ名は全角文字に対応でき

123 ない場合があるため、半角英数形式で記録する。Airdata flightlog csv folder で指定するフ

124 ォルダには、複数のフライトログを格納でき、このコードでは画像の Exif の時刻に適した

125 複数のログを用いて実施することが可能である。

126 フォルダ入力の誤りなどで停止する場合は GUI のキャンセルボタンをクリックする。こ

127 れにより、PPK 実行した画像のフォルダに、画像の上下方向、方位、位置座標を置換した

128 画像が記録される。このうち、方位については画像中心にフライトログで得られた機体の

129 向き (方位) を入力するようにしている。

130 実行中は、ターミナル画面(使用環境による)に、「{'Exif.Image.ImageDescription': '', ……

131 略}」と処理中の静止画の Exif 情報が表示されるようにしており、処理が完了すると

132 「Operation Complete」が表示される。終了する場合は、ウィンドウを閉じるか、キャン

133 セルボタンをクリックする。GUI で指定したフォルダに、後処理後の画像が保存されてい

図 1

134 るか確認する。

135

136

謝辞

137 本研究を遂行するにあたり北海道大学農学部 of 生態環境物理学研究室の小野有衣子氏を

138 はじめ学生・院生諸君の多大なる協力を得た。ここに記して謝意を表す。なお、本研究

139 は JSPS 科研費（課題番号 18H03409、22H03788）の助成を受けたことを付記する。

140

引用文献

- 141
- 142 Arashi Vision (2024) Insta360 Studio Tutorial <
- 143 https://www.insta360.com/jp/support/supportcourse?post_id=20713>(2024年12
- 144 月4日閲覧)
- 145 カメラ映像器工業会(2024)デジタルスチルカメラ用画像ファイルフォーマット規格
- 146 Exif2.3<https://www.cipa.jp/std/documents/j/DC-008-2012_J.pdf>(2024年12月
- 147 4日閲覧)
- 148 LeoHsiao(2024) pyexiv2 2.15.3<<https://pypi.org/project/pyexiv2/>> (2024年12月4日閲
- 149 覧)
- 150 OpenCV team(2024)OpenCV Library<<https://opencv.org/blog/author/opencv/>> (2024年
- 151 12月4日閲覧)
- 152 Python Software Foundation(2024a)Graphical User Interfaces with Tk<
- 153 <https://python.readthedocs.io/en/latest/library/tk.html>>(2024年12月4日閲覧)
- 154 Python Software Foundation(2024b)Python 3.12.7 documentation <
- 155 <https://docs.python.org/3.12/>> (2024年12月4日閲覧)
- 156

157

図の説明

158

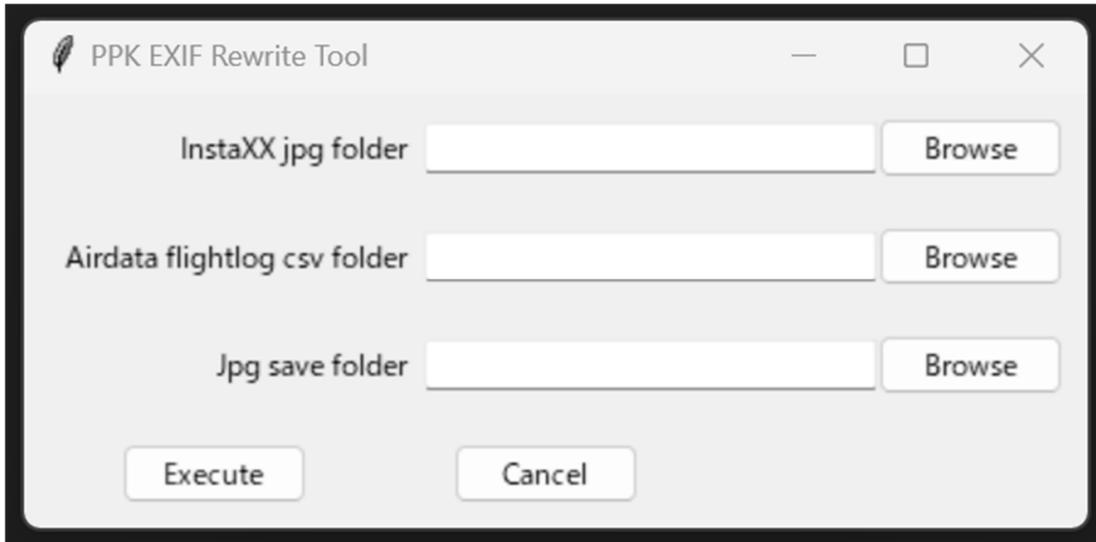
159 図 1 コード実行時に表示される GUI 画面.

160

161

162 図 1

163



164

165

掲載データ

166 1) ppk4flightlog.py

167 2) Aug-3rd-2024-08-42AM-Flight-Airdata.csv

168 3) IMG_20240803_084239_00_106_preprint.jpg

169

170