

# 複数台の自律飛行 UAV から得られる情報の最大化アルゴリズムの提案

渡辺大貴<sup>†</sup> 高橋 淳二<sup>†</sup> 戸辺 義人<sup>†</sup>

青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科<sup>†</sup>

## 1. はじめに

近年、災害や事故の現場などで空から情報収集を行う手段としてドローン(英:Unmanned aerial vehicle ,UAV)が利用されている。現状、UAV の操縦は人が行う場面が多い。しかし操縦には専門の知識や技能が求められるのでコストがかかってしまう。したがって自律飛行させて情報収集を行うことが好ましい。そのためには自律的に視点を評価して移動方向を決定させる必要がある。さらに UAV が複数台ある場合には協調アルゴリズムが必要となってくる。そこで我々は、視点の評価に基づいて、対象を観測すべき視点を自律決定し、さらに UAV が複数台あった場合に協調させることで得られる情報の総和を最大化する協調アルゴリズムを構築する。

## 2. 関連研究

自律移動撮影ロボットの研究としてパーティー会場など人が混み合っている場所で人を良いレイアウトで撮る研究<sup>1)</sup>がある。しかし、複数台で視点評価を行うことは考慮されていない。また UAV の協調観測に関する研究として複数の観測点が与えられた際に探索時間を短くする手法を与える研究<sup>2)</sup>があるが、視点評価については述べられていない。

## 3. 複数ドローン協調観測問題

本論で扱う複数台観測問題について説明する。本研究では UAV が対象物の周囲の決められた軌道を飛行し、最も情報の多い視点を自律獲得させることを想定している。UAV が複数ある場合は複数台で得られる情報が最大になるように自律的に移動を行う。実験では 2 台の UAV が観測しているとし、UAV から獲得した動画を解析し、移動方向を決定し情報をより多く獲得できる位置を算出する。

UAV 取得画像から検出された画像特徴点の数を情報とみなして次のように定義する。UAV1, UAV2 が観測している特徴点の集合を  $P_{u1}$ ,  $P_{u2}$ , その集合に属する特徴点数を  $n(P_{u1})$ ,  $n(P_{u2})$ , 2 台の UAV から得られる取得画像のマッチングから得られる重複部分の積集合を  $n(P_{u1} \cap P_{u2})$ , 和集合を  $n(P_{u1} \cup P_{u2})$  とする。

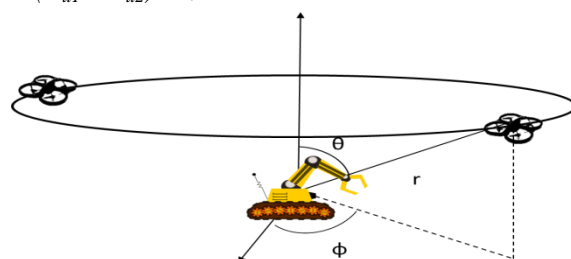


図 1. 想定観測環境の図

図 1 の環境に対して、 $n(P_{u1} \cup P_{u2})$  を最大化することが目的である。ここでは  $\theta$  と  $r$  は一定とし、 $\phi$  だけを変化させるものとする。

## 4 複数ドローン観測アルゴリズム

効率よく観測を行うために、自己の観測した値だけを利用して動作する単独アルゴリズムと、他機との協調を考慮して動作する協調アルゴリズムの 2 種類のアルゴリズムを構築する。いずれにおいても、まず UAV1 が対象物の周りを 1 周して最大の画像特徴点の数を記録し、次に UAV2 がフィールドに投入され、動作する。

### 4.1 移動平均を用いた勾配法

UAV の移動方向決定にはグラフのゆらぎに収束しないよう移動平均を用いた勾配法を利用する。異なる時間幅の移動平均の比較により勾配を計算し、勾配を上る方向へと UAV を移動する。

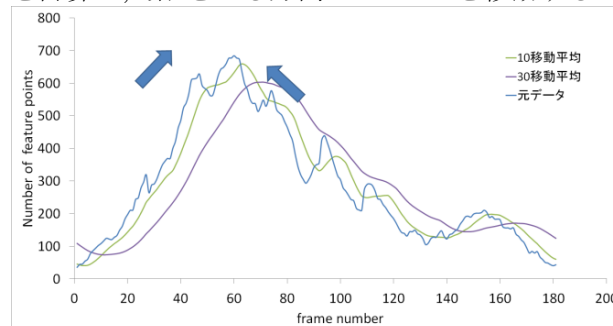


図 2. 異なる移動平均を用いたグラフ

Proposal of an Algorithm Maximizing the Information Obtained from Multiple Autonomous UAVs

<sup>†</sup>Taiki WATANABE, Junji TAKAHASHI, Yoshito TOBE  
Aoyama gakuin university

### 4.2 単独アルゴリズム

UAV1の移動方向決定指針を図2に示す。Xには「 $n(P_{u1})$ の10点移動平均> $n(P_{u1})$ の30点移動平均」が入る。

```

if(X){
  右に移動
}else{
  左に移動
}
    
```

図2.移動方向決定指針

UAV2の移動方向決定指針は図2のXを「 $n(P_{u2})$ の10点移動平均> $n(P_{u2})$ の30点移動平均」に変更したものである。 $n(P_{u2})$ が極大値に達した場合は、その値が、大域最大値の90%以下であれば右にランダムな幅で移動する。UAV1とUAV2は通信をするが、移動方向の決定に $n(P_{u1} \cup P_{u2})$ ,  $n(P_{u1} \cap P_{u2})$ は考慮しない。

### 4.3 協調アルゴリズム

UAV1は単独アルゴリズムと同様である。UAV2は図2の移動方向決定アルゴリズムのXを「 $n(P_{u1} \cup P_{u2})$ の10点移動平均> $n(P_{u1} \cup P_{u2})$ の30点移動平均」に変更したものである。UAV1とUAV2は通信をし、取得画像のマッチングにより $n(P_{u1} \cup P_{u2})$ を算出する。

## 5. 評価実験

### 5.1 実験方法

アルゴリズムの評価には実測映像データを基にシミュレーションを行う。データはUAVのカメラを用いて、手動で対象物を反時計回りに1週して得る。終了フレームの後に開始フレームとつなぎ、ループ映像を作成する。この疑似観測データにおいて、UAVが対象物に対して反時計回りに動作するときには動画を再生し、対象物に対して時計回りに移動するときには逆再生を行う。UAV取得画像の一例を図4に示す。

ループ映像を再生する初期位置は任意に設定し、それぞれのアルゴリズムに対して初期位置の変更を5回行い、決定された情報の値の平均と、疑似観測データで実際の最大情報の値との比を評価する、評価結果Iを次のように定義する。

$$I = n(P_{u1} \cup P_{u2}) / \max n(P_{u1} \cup P_{u2}) \quad (1)$$



図4. UAV取得画像の一例

## 5.2 結果

結果の一例を図5、図6に、まとめを表1に示す。

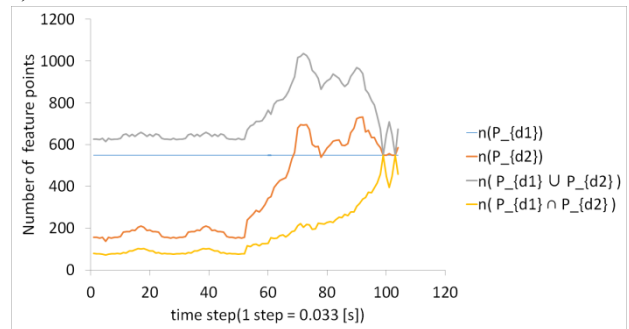


図5. 単独アルゴリズムのシミュレーション結果

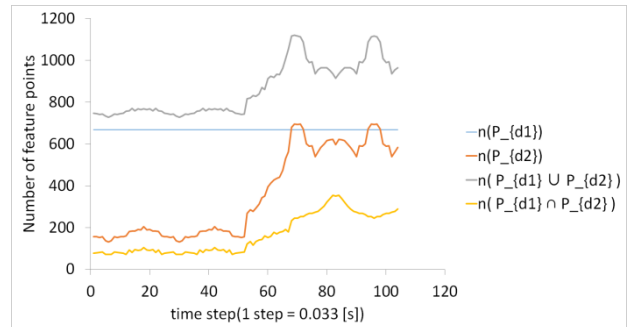


図6. 協調アルゴリズムのシミュレーション結果

表1.シミュレーション5回の平均比較

特徴点数	Type1	Type2
初期位置1	0.51	0.74
初期位置2	0.70	0.74
初期位置3	0.66	0.75
初期位置4	0.64	0.61
初期位置5	0.68	0.92
平均	0.69	0.75

### 5.3.評価

表1より、行動指針として $n(P_{u1} \cup P_{u2})$ を優先した協調アルゴリズムのほうが $n(P_{u2})$ を優先した単独アルゴリズムより取得した情報が大きいことが分かった。

### 6.おわりに

本稿では、視点の評価に基づいて、対象を観測すべき視点を自律決定し、さらにUAVが複数台あった場合に協調させることで得られる情報の量を最大化するアルゴリズムの検証を行った。参考文献

1)Zabrarauskas,M. and Stephen,C. "Luke:An Autonomous Robot Photographer", Robotics and Automation(ICRA), 2014 IEEE International Conference,pp 1089-1815,2014

2) Ito, M. and Hori, K. "Cooperative Space Searching Method by Multiple Small UAVs", The 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2013