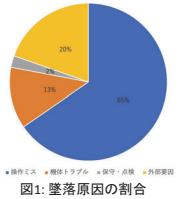


# HSVとSVM, LiDARを用いた安全着陸領域推定

ソフトウェア情報学部4年  
小嶋研 0312021095 平慎乃介

## 研究背景

- ドローン普及に伴い、離着陸時の安全性の向上が課題
- ドローンの墜落の多くは捜査ミスや電波障害によるもの
- ドローンに障害が発生した場合、不時着が必要
- 不時着する場所として障害物のない平坦な地面を選ぶ必要がある
- HSVとSVM, LiDARを用いて空撮画像から安全な着陸場所を確認



## 研究手法・想定環境

- ドローンが不慮の事故により機体が落下
- パラシュートを展開
- 安全に着陸可能であるかを評価
  - 安全領域の条件
    - 着陸範囲を5m×5mとする
    - 衝突時に損害が大きいの領域内に含まれていない
- ドローンが降下し、着陸



図2: 研究手法のイメージ

## 先行研究 1 : 概要

- 製油所におけるドローン空撮画像からの着陸地点の検出[1]

研究手法  
先行1-1. 画像を取得し、エッジ抽出  
先行1-2. 安全候補領域抽出  
先行1-3. HSVヒストグラムを用いたSVM判定

[1]江村優吾“製油所におけるドローン空撮映像からの軟着陸地点候補の検出”, 岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科, 修士論文 (2021)

## 先行1-1. 画像を取得し、エッジ抽出 (canny法)

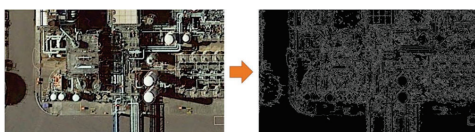


図3: エッジ抽出の実行結果例

## 先行1-2. 安全候補領域抽出

- 5m×5mのウィンドウを操作して判別
- 範囲内にエッジが含まれていないとき、安全候補領域とする

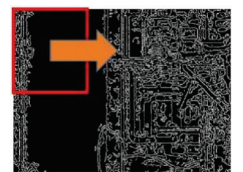


図4: 領域候補抽出時の処理のイメージ

## 先行1-3. HSVヒストグラムを用いたSVM判定

- 5m×5mのウィンドウ内をHSVヒストグラムに変換
- HSVヒストグラムを特徴量としてSVMで判定

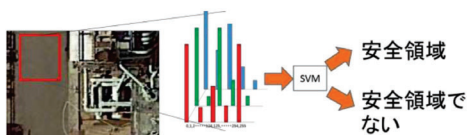


図5: RGBヒストグラムを用いたSVM判定の処理イメージ

## 先行研究 1 : 結果

### 実験結果

- HLS: 色相, 輝度, 彩度で色を表すカラー空間.
- L\*a\*b\*: 人間の視覚に基づいた均等色空間.
- BGR: blue, green, redを表す.
- HS: 色相と彩度で色を定義するカラー空間.

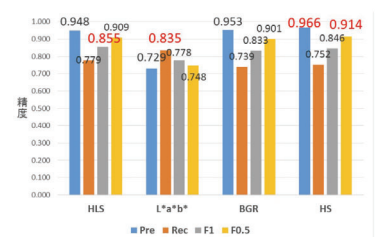


図6: SVMの色特徴量毎の結果

## 先行研究 2 : 概要

- Open3DとSLAM処理を用いたLiDAR点群データからのドローン安全着陸領域推定[2]

### 研究手法

- 先行2-1. LiDAR(VLP-16HiRes)から点群データを取得
- 先行2-2. SLAM処理(平坦性評価を行う前処理)
- 先行2-3. Open3Dによる平坦性評価

[2]内海通希\*Open3DとSLAM処理を用いたLiDAR点群データからのドローン安全着陸領域推定\*,岩手県立大学ソフトウェア情報学研究所,修士論文 (2023)

9

## 先行2-1. LiDARから点群データを取得

- LiDAR

レーザー光を照射して、その反射光の情報をもとに対象物までの距離や対象物の形などを計測する



図7 : VLP-16 Hi-Res

10

## 先行2-2. SLAM処理

- 各フレームの点群データを重ね合わせる
- ICPアルゴリズムを使用し、点群データの初期位置を設定する
- 最も近い点を探検・移動・更新することで、高精度な重ね合わせを実現

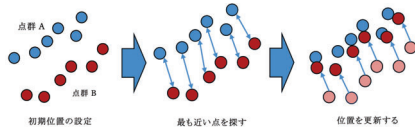


図8 : ICPの流れ

11

## 先行2-3. Open3Dによる平坦性評価

- ドローン直下の5m×5mの範囲内で平坦な地面の割合を計算  
閾値 =  $0.0059 \times \text{高度} + 0.0407$
- 80%以上平坦である場合に着陸可能な地面と判定
- 80%未満の場合着陸不可能な地面と判定

12

## HSV+SVMのメリット・デメリット

### メリット

- ・色情報を効果的に利用し、照明条件や背景の影響を受けにくく、高精度な分類が可能
- ・リアルタイム処理

### デメリット

- ・傾斜の判別ができない



図9 : 野球場裏の坂道

13

## LiDARのメリット・デメリット

### メリット

- ・広範囲の迅速なスキャン
- ・光の条件(昼夜, 天候)に左右されにくい

### デメリット

- ・材質(テニスコート, 道路)によって測定結果が大きく左右される
- ・水面では光の反射がされないため、判定ができない

14

## 研究概要

- HSV+SVM, LiDARのメリット・デメリットを挙げ、組み合わせることで安全着陸領域における精度向上を目指す

15

## 研究方針

- HSV+SVMとLiDARを組み合わせることで、互いのデメリットを補い、精度向上ができるのではないかと



- ・ HSV+SVMで傾斜が判別できないことから、LiDARを活用
- ・ LiDARで水面の判定ができないことから、HSV+SVMを活用

16

## HSV+SVM, LiDARの実験概要

- 高度30mの坂、道路、池の画像に限定して判定を行う
- SVMにおいて、訓練データ45枚(各15枚), テストデータ15枚(各5枚)

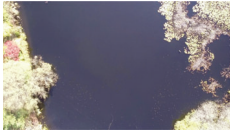


図10：池



図11：坂道



図12：道路

17

## HSV+SVMの実験結果

- 池(危険)：4/5枚が正しく判定
- 坂道(危険)：0/5枚が正しく判定
- 道路(安全)：5/5枚が正しく判定

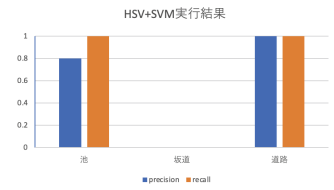


図13：高度30mにおける池、坂道、道路の実行結果

18

## LiDARの実験結果

表1：高度30mにおける池の実行結果

真下の点の数	真下の平坦な点の数	安全(%)	危険(%)	判定
3165	3060	96.68	3.32	安全

誤判定

表2：高度30mにおける坂の実行結果

真下の点の数	真下の平坦な点の数	安全(%)	危険(%)	判定
309	15	4.85	95.15	危険

正判定

表3：高度30mにおける道路の実行結果

真下の点の数	真下の平坦な点の数	安全(%)	危険(%)	判定
1487	1470	98.86	1.14	安全

正判定

19

## 結果の比較

- 場所：池
  - HSV+SVM：4/5枚が正しく判定
  - × LiDAR：安全→96.68%, 危険→3.32, 判定→安全
- 場所：坂
  - × HSV+SVM：全て誤判定
  - LiDAR：安全→4.85%, 危険→95.15, 判定→危険
- 場所：道路
  - HSV+SVM：5/5枚が正しく判定
  - LiDAR：安全→98.86%, 危険→1.14, 判定→安全

20

## まとめと考察

- HSV+SVMを活用することで、水面の判定が可能
- LiDARを活用することで、傾斜の判定が可能



HSV, SVMとLiDARを組み合わせることで、正確な判定ができる可能性がある

21

## 今後の課題

- HSV+SVM, LiDARをどのように組み合わせれば、精度が向上するのかを検討

22