

未来社会でのドローンの活用

ドローンを使った都市交通の検討

<都市間> 送電線、道路などを目印

<都市内> 既存の道路の上空



※東京電力、(株)ゼンリンなどの検討資料から引用

**課題: 個別の住宅までの経路については
検討事例見あたらず**

提案

目的地に設置した発光体に、
ドローンを誘導する
(光源の色・点滅等で識別の可能性)



取り組み

- 画像処理を利用し、安全飛行できるドローンの検討
- レーザーポインターの光を認識して飛行するドローン制御プログラムの製作

<レーザーポインターを使用した理由>

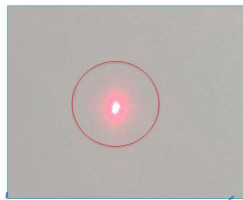
- 明るさが強く、集中した光が遠くまで届く
- レーザー光は人にも見えるため、ドローンのルートが確認でき、安心・安全
- 画像認識時、HSVのV値が大きく認識しやすい
〔色相 (Hue)、彩度 (Saturation, Chroma)、明度 (Value, Brightness)〕

実験1

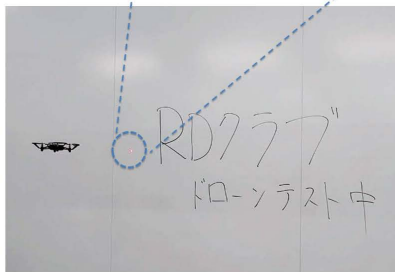
ドローンで事務用レーザーポインターの輝点を認識



認識できる位置まで
手動操縦



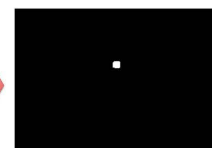
ドローン搭載のカメラ
で輝点を認識し、画像
の重心方向に移動する
ことで目標を自動追跡



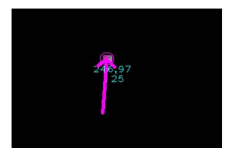
実験2 (動作環境の確認)

1. レーザーポインターの光

認識条件: H=全域, S=全域, V=高
環境: 屋外・晴天時の日陰

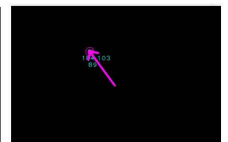
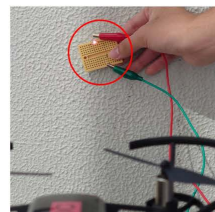


輝点を認識

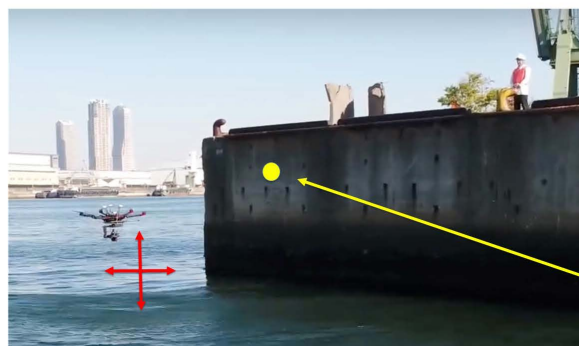


飛行方向を制御

2. LEDの光



インフラ点検での 活用例



レーザーポインターで対象物を直接指定し、未熟練者でも
安全にドローンを誘導

株式会社E・C・R 工学部チーム
課題「ドローンによるインフラ点検の未来」

ドローンによるインフラ点検の自動化

提案アイディア

ヒューマンエラーによる事故の防止対策として
ドローンによるインフラ点検の**自動化**



- ドローンの自動飛行制御
- 画像撮影による異常箇所の自動検知
- ドローンのロータ故障時の安全制御

1

ロータが1枚故障したドローンのシステムモデル

状態変数

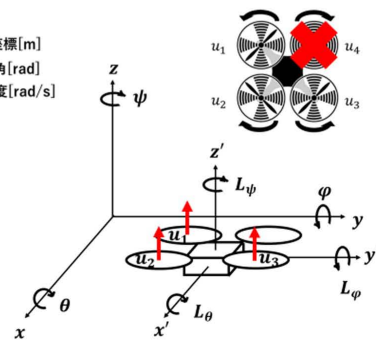
$$x(t) = \begin{bmatrix} x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z}, \theta, \varphi, \psi, L_\theta, L_\varphi, L_\psi \end{bmatrix}^T$$

x, y, z : 空間座標[m]
 θ, φ, ψ : 姿勢角[rad]
 $L_\theta, L_\varphi, L_\psi$: 角速度[rad/s]

制御入力

$$u(t) = \begin{bmatrix} u_1, u_2, u_3 \end{bmatrix}^T \quad u_1, u_2, u_3: \text{ロータによる推力[N]}$$

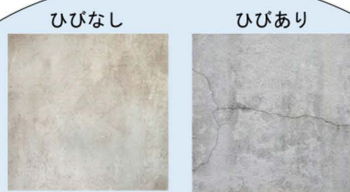
$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \\ \frac{1}{J_x} \{ (\cos x_{10} \sin x_{11} \cos x_{12} + \sin x_{10} \sin x_{12}) (u_1 + u_2 + u_3) - \alpha x_4 \} \\ \frac{1}{J_y} \{ (\cos x_{10} \sin x_{11} \sin x_{12} - \sin x_{10} \cos x_{12}) (u_1 + u_2 + u_3) - \alpha x_5 \} \\ \frac{1}{J_z} \{ (\cos x_{10} \cos x_{11} (u_1 + u_2 + u_3) - \alpha x_6) - g \\ x_{10} + x_{11} \sin x_7 \tan x_8 + x_{12} \cos x_7 \tan x_8 \\ x_{11} \cos x_7 - x_{12} \sin x_7 \\ \frac{\sin x_7}{\cos x_8} + x_{10} \frac{\cos x_8}{\cos x_8} \\ \frac{1}{J_x} [(u_1 + u_2 - u_3) + (J_y - J_z) x_{12} - b x_{10}] \\ \frac{1}{J_y} [(u_1 - u_2 - u_3) + (J_x - J_z) x_{12} - b x_{11}] \\ \frac{1}{J_z} [x_{10} (-u_1 + u_2 + u_3) + (J_x - J_y) x_{12} x_{11} - b x_{12}] \end{bmatrix}$$



5

画像認識による異常検知

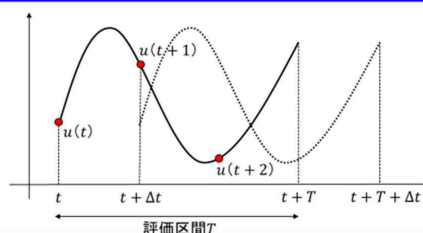
具体例: 橋や支柱に使われるコンクリートのひび割れ検知



2

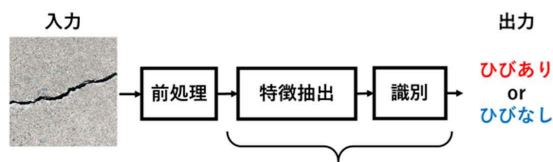
モデル予測制御

システムモデルから制御対象の有限時間未来の挙動を予測し、評価区間を移動させながら各時刻で最適化問題を解いて制御入力決定する最適フィードバック制御手法



6

機械学習による画像認識の流れ



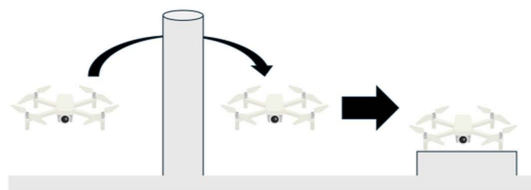
CNN (畳み込みニューラルネットワーク)

- 深層学習と呼ばれるパターン認識手法
- 画像認識で幅広く利用される

3

障害物を回避して目標地点で水平飛行

ロータ1枚停止によりヨー角の制御は犠牲にして
水平状態（ロール角・ピッチ角の平衡状態）を維持



7

実験結果

4

学習データ
300枚

ひびあり

・ 150枚

ひびなし

・ 150枚

テストデータ
100枚

ひびあり

・ 50枚

ひびなし

・ 50枚

教師データ (ひびあり)



教師データ (ひびなし)



$$\text{正解率}[\%] = \frac{\text{正しく識別できた枚数}}{\text{テストデータの枚数}} \times 100$$

= 95.0%

使用ソフト	MATLAB
ツールボックス	Deep Learning
転移学習	Fine-tuning
事前学習CNN	AlexNet
学習率	0.01
バッチサイズ	32
エポック数	15

数値シミュレーション結果

8

