

1. はじめに

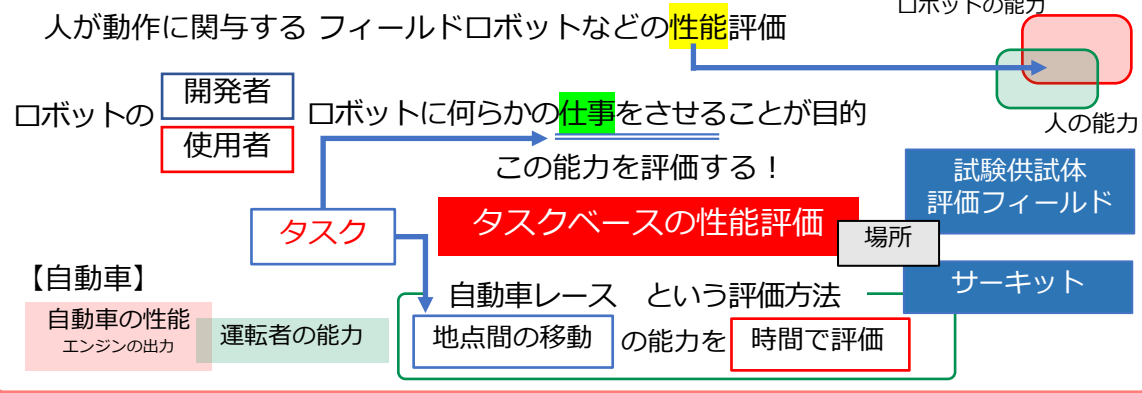
狭隘空間を飛行するドローンの飛行タスクについて、タスクベースの性能評価手法を用い、定量的な性能評価を行う手法を提案する。

なお、本研究はNEDO(国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)が実施する「次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト: Realization of Advanced Air Mobility Project: ReAMoプロジェクト」の研究課題のひとつとして実施している。



ReAMoプロジェクト

2. タスクベースの性能評価



3. 移動タスクの定量的な難易度評価

ドローンの定量的な性能評価

定量的な難易度評価がされた

経路・空間を飛行する

ドローンの移動タスク → 飛行タスク

図1: 移動(飛行)タスクの経路

図2: ロボットの挙動

$i=m$ から $i=m+1$ までの飛行タスクの難易度 P_i

$$P_i = |\Delta x_i \cdot w_{xi}| + |\Delta y_i \cdot w_{yi}| + |\Delta z_i \cdot w_{zi}| + |\Delta \phi_i \cdot w_{\phi i}| + |\Delta \theta_i \cdot w_{\theta i}| + |\Delta \psi_i \cdot w_{\psi i}|$$

ここで、
 $\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i, \Delta \phi_i, \Delta \theta_i, \Delta \psi_i$: 1区間の移動距離と姿勢変化(転進)角度
 $w_{xi}, w_{yi}, w_{zi}, w_{\phi i}, w_{\theta i}, w_{\psi i}$: 各方向への移動, 姿勢変化の難しさを示す係数

試験供試体(に設定された)

飛行タスク全体 ($i=1$ から $i=n$ まで) の難易度 P

$$P = \sum_{i=1}^n P_i$$

4. 試験供試体による移動タスクの難易度

【試験供試体】

NEDO DRESS※ プロジェクトで開発(2021,22)

→ フレーム — 壁 — 天井

図3: 試験供試体による飛行タスク

L=1m

飛行タスク: S から G まで 矩形のスラローム飛行を行う

※ NEDO DRESS (Drones and Robots for Ecologically Sustainable Societies project (DRESS project) ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト)

【その他の条件による難易度の重み】

その他の様々条件: w_{c_j} ← それぞれの重みの積

難易度の重み: $w = W_s \times W_{c_j}$

$$w_{xi} = W_{s_{xi}} \cdot \prod_{j=1}^q W_{c_{xij}} \dots w_{\psi i} = W_{s_{\psi i}} \cdot \prod_{j=1}^q W_{c_{\psi ij}}$$

周囲の壁の影響

壁の近傍では飛行するドローンの挙動が不安定

周囲の壁等による難易度の重み w_c

周囲の壁, 天井, 床などの条件を変え, $x, y, z, \phi, \theta, \psi$ の各変位の大きさを計測

各方向, 角度に関する難易度の重み $w_{c_{xi}}, w_{c_{yi}}, w_{c_{zi}}, w_{c_{\phi i}}, w_{c_{\theta i}}, w_{c_{\psi i}}$ を求める

【これまでの研究】

壁等の空間の条件が異なる1辺の長さが1mと1.8mの直方体の試験供試体を使用し, ホバリングしているドローンを試験供試体の内部に侵入させ, 挙動をモーションキャプチャ装置により計測。

図4: 試験供試体の開口部

図5: 開口部の大きさとロール角の関係

【移動・転進の難易度】

底面が $L \times L$, 高さが $2L$ の直方体の構造物が基本要素

要素試験供試体

飛行タスク: S から G まで 矩形のスラローム飛行

要素試験供試体 から 要素試験供試体 への移動

図3の 試験供試体 では

直進: フレームの間(L)を通過

転進: $L \times L$ の場所でヨー角(90°) で表示

難易度: それぞれを"1"としてカウントする

直進: N回の移動 転進: R回の転進

【空間の大きさに関する難易度の重み】

難易度の重み: $w = W_s \times W_{c_j}$

W_s : 空間の大きさ W_{c_j} : その他の様々な条件 (個々の環境などの条件)

図3の 試験供試体 では

直進: 空間を通過可能な最大の球の直径の逆数

転進: x, y の最小の値

空間の大きさに関する難易度の重み: W_s

直進: $W_{s_x} = W_{s_y} = W_{s_z} = 1/L$

転進: $W_{s_{\psi}} = 1/L$

試験供試体の 難易度

17

壁が無い場合

$$P_{Task \ w/o \ Wall} = W_s(N + R) = \frac{(N + R)}{L}$$

壁がある場合

$$P_{Task \ w \ Wall} = W_s \cdot W_c(N + R) = W_c \cdot \frac{(N + R)}{L}$$

5. まとめ

- タスクベースの性能評価手法により定量的な性能評価を行う手法を提案。
- 今後は周囲が壁等により囲まれた空間でのドローンの挙動計測を行い, 難易度の重みの決定を行う

この成果の一部は, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP22002)の結果得られたものである。