

プログラム名： タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名： 田所 諭

プロジェクト名： ロボットプラットフォーム

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

劇的な周囲環境変化に対してタフな飛行ロボットのための適応制御システム

の開発

研究開発機関名：

国立大学法人信州大学

研究開発責任者

鈴木 智

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本研究では、飛行ロボット周囲の劇的な環境変化に対してタフなスーパーバイザ型ナビゲーション・制御システムの実現を目的とする。平成 29 年度は、前年度までに構築したモデル予測制御系を基礎として、狭隘および強外乱空間において安定飛行が可能となる制御システムの構築および深層学習を用いたスーパーバイザの構築を行う。まず、モデル予測制御を機体の位置制御に適用し、強風外乱下における安定飛行を目指す。また、構築したスーパーバイザに機体搭載のレーザーセンサおよび GPS の観測データを入力することによって機体周囲環境が「屋内広大」、「屋外狭隘」、「屋内広大」、及び「屋内狭隘」のどれに分類されるかを判別することを目指す。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

29 年度の最小達成目標として掲げたモデル予測制御を用いた位置制御系の構築および深層学習を用いたスーパーバイザの構築を行った。全体のシステムの中では、ナビゲーションシステムは昨年度までに構築済みであり、本年度は図中赤枠部分の構築を行った。

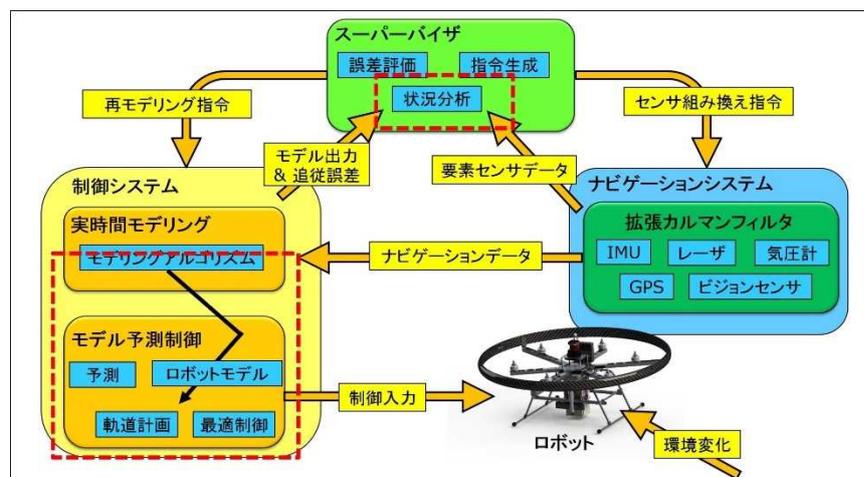


図 1 スーパーバイザ型ナビゲーション・制御システムの概要

### 2-2 成果

#### (i) モデル予測制御系

構築したモデル予測制御系を機体の実装し、強風外乱下を模擬した飛行制御実験を実施した。本実験では、強風外乱にさらされた場合に発生する積分誤差の累積による飽和現象に対して設計したモデル予測制御系が有効であるかを検証した。はじめに、機体を定位置でホバリングさせ、強風外乱を模擬するためにロープを用いて機体を引っ張る。その後、機体を解放した際の挙動を観察した。従来制御による実験の様子を図 2 に、モデル予測制御系による実験の様子を図 3 にそれぞれ示す。図中の **Start** が初期位置および目標位置、**Hold** がロープを引っ張った際の拘束位置、**End** がロープを解放した際の機体の終端位置である。

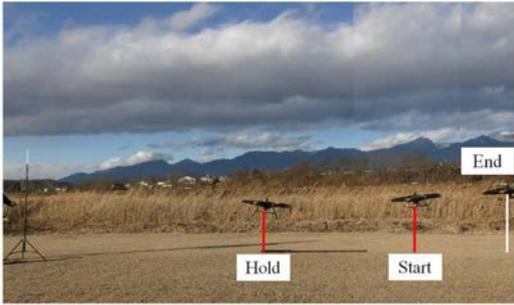


図 2 実験風景 (従来制御)

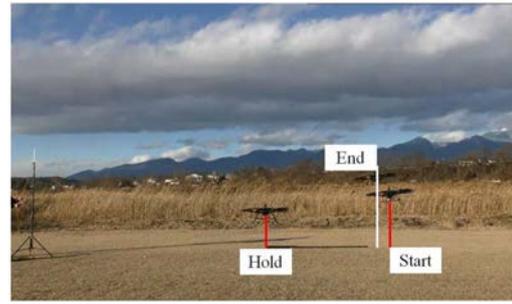


図 3 実験風景 (モデル予測制御)

図より、従来制御においては、拘束時に積分誤差が累積したことにより解放後に目標位置を大きく行き過ぎているが、モデル予測制御では行き過ぎが緩和していることがわかる。これはモデル予測制御が機体の未来の状態を予測しながら制御を行うことにより、行き過ぎの挙動を軽減した結果であり、構築した制御系の有効性を示す結果となっている。

(ii) スーパーバイザの構築

5層の順伝播型ニューラルネットワークを用いて、図4に示す各周囲環境を認識するシステムを構築した。レーザーセンサおよびGPSのデータセットを作成し、110個の訓練データによって学習を行い、22個のテストデータに対して検証実験を実施した。図5に実験結果を示す。図より、訓練データに対して100%の認識率を示したことに加え、テストデータに対しても90%以上の認識率を達成することができたことがわかる。



図 4 周囲環境の定義

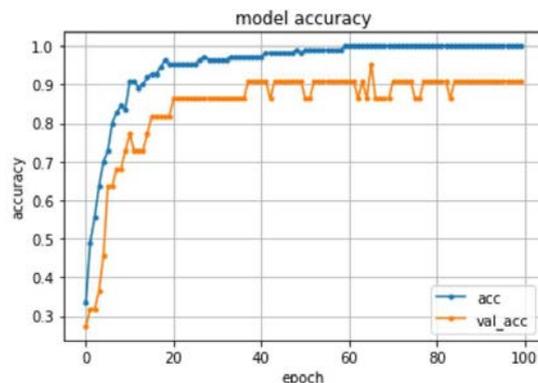


図 5 認識実験結果

2-3 新たな課題など

構築したスーパーバイザが各周囲環境の境界部分、すなわち曖昧な領域の分類をできるかといった検証が不十分であるため、検証を行うとともにシステムの改良を行うことが課題となる。

3. アウトリーチ活動報告

該当なし