群制御の手法を応用した 無人機の編隊飛行

ジョン・ハンセン (防衛省 技術研究本部 航空装備研究所)

Introduction

- ESEP Assignment: TRDI, Air Systems Research Center, Aug 2010 – Aug 2012
- Sponsoring Unit: AFRL/Air Vehicles
- Background: AFIT Thesis on Optimization & Control Theory between multiple UAVs, AFRL research on UAV Cooperative Control
- Research Topic: Applying swarm control techniques to enable formation flight of multiple UAVs

防衛科学技術者交流計画 (ESEP: Engineers & Scientists Exchange Program)



ESEPとは:一定期間、自国の研究所に相手方科学技術者を受け入れ、自国の研究者との共同研究活動に従事させる計画

ESEPの意義:

人的交流のスキーム構築により、相互交流が一層深まり、日米安保体制の信頼性向上に資する。 研究開発作業に対する相互理解をより深め、新たな共同研究開発プログラム候補発掘の可能性 が高まる。

派遣技術者の能力向上、ひいては防衛省全体の技術力向上に資する。







本研究では、UAV編隊飛行の実現性について検討









シミュレーション・モデル

基本的な飛行編隊と考えられる平面上の3機の UAVを対象にシミュレーションを実施

リード・ポイントの運動



初期状態

想定諸元(F-16相当)

・**翼幅**:10m

·速度範囲:200m/sec~275m/sec

·設定された間隔:40m ± 10%

・リード・ポイント追従間隔:5m以内

リード・ポイントの運動 ・2sec後に右90deg旋回

シミュレーション・モデル

基本的な飛行編隊と考えられる平面上の3機の UAVを対象にシミュレーションを実施



(Omax





シミュレーション結果(軌跡)

UAV Trajectories in 2-D Plane













シミュレーション結果(相対距離)



<u>シミュレーション結果(相対距離40~80sec)</u>



シミュレーション結果(考察)

リード・ポイントの運動変化(オペレータによる目標 変更)に対応するように、リード・ポイントに追従する UAVが変化していること

柔軟に対応する複数UAVの飛行

複数UAVがリード・ポイントの運動に追従しつつ、 UAV間距離を設定間隔に維持するように群れとして 運動

UAV編隊飛行の実現性確認



・複数機のセンサ融合飛行あるいは燃料消費効率向上飛行のような編隊飛行に適切な設定条件及びその条件を実現する<u>制御手法</u>

設定条件例:設定された間隔(距離で設定) 設定された位置(距離と方位で設定)





標定用レーダによる分離目標等の 計測法に関する検討

田中貴司、山野祥寛、中里栄孝、上田和宏、菊池裕二 (防衛省 技術研究本部 航空装備研究所)







本研究は、標定用レーダにおける分離目標等の計測 法に関して検討を行ったものである。 ハイスピードカメラとの併用により、標定用レーダの追 尾精度の向上が可能であること、及びドップラー・フィル タバンク等のレーダ信号処理により、誘導弾分離・自爆 時に生じる飛散物の破片等の広がりなどの特徴量の抽 出が可能であることを実目標計測・オフライン解析によ り確認した。



- ・誘導弾システムの各種試験において高速に飛しょうする目標を追尾し、目標の航跡標定を行う高精度多用途計測用レーダ
 ・誘導弾の飛しょう経路計測、ミスディスタンス計測の他、開発段階にある射撃用レーダの評価に使用
- ・4象限モノパルス測角開口面と同一開口面上に超分 解能用8チャンネル円形サブアレーを配置し、高精度 な計測、解析が可能



標定用レーダの概要(2/2)

誘導管制研究室





標定用レーダの運用構想

誘導管制研究室







計測法の概要



	距離情報	方位情報(角度差、高低差)
レーダ		
光学カメラ	×	

(2)本計測法の特長





計測法の概要



目標位置(相対距離)の算出



ハイスピードカメラ併用による航跡



標定用レーダから得られる距離情報とハイスピードカメラから得られる目標の方位情報を併用 することで、標定用レーダの追尾精度向上が可能であることがわかった。





分離時の飛散物は周波数方向に広がりを持つことを確認した。



誘導弾分離・自爆時の特徴量抽出

誘導管制研究室







まとめ

本計測の成果

・標定用レーダにハイスピードカメラを併用することにより、標定
 用レーダの追尾精度向上が可能。
 ・ハイスピードカメラで得られたイベント情報(分離・自爆等)を活用し、標定用レーダの受信信号に対し、信号処理を行うことにより、誘導弾の自爆・分離時に生じる飛散物の破片等の広がりなどの特徴量の抽出が可能。

今後の課題

・目標分離時の追尾不安定の原因と考えられる目標相関処理方式についての検討。

・飛散物の破片等の広がりを正確に探知することができる信号
 処理方式の検討。





フローノイズシミュレータにおける流体計測技術について

艦艇装備研究所 システム研究部 水上艦艇システム研究室 防衛技官 木 本 理 抄



2 m

計測胴

フローノイズシミュレータと 供試模型





レータは,艦艇や水中

航走体の流体性能,音響

性能について試験・評価

することを目的に建設さ

れた極低背景雑音の大

型キャビテーション水槽

(平成17年完成)

本研究では、青雲丸の模型船と推進 器模型を用いて以下の項目を実施 ・キャビテーション観測 ・流場計測



模型船



ハイスキュー型

推進器模型



試験結果出典∶日本造船協会第183研究部会"船尾振動・騒音の軽減を目的としたプロペラ及び船尾形状の研究",日本造船協会,1980









水中グライダー模型の 水槽試験について

艦艇装備研究所 航走技術研究部 動力推進研究室

防衛技官島村敏昭



UUV:Unmanned Underwater Vehicle(水中無人航走体)











数種類の曳航試験用模型 を製作 水槽における曳航試験による流力特性データの取得





水槽における滑走状態の確認

機体形状の選択













滑走試験用模型の形状





全翼型(後退翼)











機能性流体の適用による戦闘車両の性能向上





○佐々木 秀明¹, 高野 格¹, 小泉 良太¹ (防衛省技術研究本部陸上装備研究所¹)

〇研究の目的

新たな脅威や多様な事態に対応するため,軽量コンパクトでありながら火力,防護力,機動力を有する戦闘車両システムが,今後有用となると想定される。本研究では,機能性流体を懸架装置,火砲の駐退機等の減衰装置に適用することにより,シンプルでコンパクトでありかつ制御性の高い装置を実現し,軽量コンパクトな戦闘車両システムの実現に寄与することを目的としている.



〇磁気粘性流体の適用による メリット・デメリット ○減衰器に適用した場合、磁場によって可 動部なしに減衰特性を制御できるため、 従来方式と比べ構造の単純化、小型化、 高信頼化が可能 ○制御により高機能化が可能 ○制御により高機能化が可能 ○満歩の単純化等によるコスト低減が可能 ●流体自体のコスト増(通常の作動油とく らべ約80倍)

●液体の均一性を長期間保つのが困難



:磁気粘性流体適用可能部位

〇サスペンションへの適用

磁気粘性流体をサスペンションに適 用した効果を確認するため、数値解析 を行った。

・減衰特性固定方式,高低切替方式, 無段階可変方式(磁気粘性流体を適 用)を比較





減衰特性固定 シミュレーション状況

〇駐退機への適用

駐退機に磁気粘性流体を適用すると 座抗力の平坦化の可能となり、後座長 が短縮できる可能性がある。

今後の取り組み 流速が速く、流量が多い領域での磁気 粘性流体の挙動を解明していく予定。







技術研究本部先進技術推進センター 研究管理官(M&S技術担当)付 M&S統合技術推進室 中田光洋、佐久間俊一、菊池裕二、小林篤史

- モデル配置の最適化アルゴリズムの研究 -









(Modeling&Simulation)



検討した最適化アルゴリズムとその評価法



突然変異	遺伝子
交叉	選択され 一部を組
エリート戦略 (エリート数)	ある世代 必ず残す
ルーレット選択 (スケーリンク指数)	各遺伝子 を選択す
	遣伝子生

	遺伝子生成操作		遺伝子淘汰操作	
GA戦略	突然変異 発生確率	交叉 発生確率	エリート数	スケーリンク 指数
1	1	0	6	0
2	1	0	4	0
3	1	0	2	1
4	1	0	2	0.3
5	1	0	2	0

単純遺伝的アルゴリズム法による最適解探索



x_e(s):解空間eにおけるGA戦略「S」のオンライン・パフォーマンス x^{*}(s):解空間eおけるGA戦略「S」のオフライン・パフォーマンス $f_{e}(t)$:世代tにおける平均適合度

平均適合度を 用いた評価



の遺伝情報の一部を変化させる いた2つの遺伝子間で遺伝情報の 目み換える

やで評価の高い遺伝子を次世代に 子の評価を指標に確率的に遺伝子











まとめ

それぞれのパフォーマ ンスを向上させる戦略 が、効率的に最適解探 索可能な戦略







CBRN戦闘の脅威背景

背景

化学、生物、放射線及び核(CBRN)汚染の脅威に対処するため、 各種検知器材等から得られたデータを元に、CBRN有害物質の 大気拡散を予測・評価可能なシステムを構築することが必要。



最適位置の提示 脅威評価 固定式警報器 マップの出力 固定式警報器 対処・避難 移動式センサ 固定センサ 演算部 NBC偵察車・ **UGV** • UAV Ż., 観測情報の取得・動的補正 気象データ 気流場 地形データ センサからの情報を元に拡散状況・発生源を演算部により推定する。

逆解析

順解析

逆解析の推定結果に基づく最適観測位置に移動センサが移動、観測を行う。 以上のプロセスを繰り返し、拡散状況と発生源の予測精度を向上させる。

提案 方式

技術的課題

(ア)気象・センサ情報を用いた補正計算技術

事態発生時の局所気象条件、CBRN検知器材による拡散状況のデータから、 CBRN脅威の初期拡散を含むシミュレーションが可能なシステムを試作することにより、発生時以降の汚染エリアを予測する技術を解明する。

(イ) C B R N 脅威発生エリアの推定技術

事態発生時の局所気象条件、CBRN検知器材による拡散状況のデータから、逆シミュレーション手法により発生源の推定エリアを算出可能なシステムを試作することにより、CBRN脅威の発生エリアを推定する技術を解明する。

(ウ)数値解析結果の妥当性評価技術

シミュレーション結果の妥当性を検証するため、単純建物模型、 低速風洞等の実験結果と比較・検証可能なシステムを試作するこ とにより、妥当性評価及び検証に関する技術を解明する。

検討国内外の技術動向				
名 称	CBRN脅威評価 システム	SPEEDI (緊急時迅速放射能 影響予測ネットワー クシステム)	CT-Analyst	
開発国名 (開発元)	日本 (防衛省)	日本 ((独)日本原子力研究 開発機構)	米国 (米海軍)	
C B R N 対応		(放射性物質のみ)		
都市部の 模擬				
発生エリア の推定				
気象 動的補正		(事前設定された固定 モニタリングボストのみ)		
センサ 動的補正				
原子力防災指針等へ の適用	想定せず		想定せず	
地球規模の放射能 汚染評価	想定せず		不明 7	

提案 方式

妥当性検証の方法について

風洞を用いた妥当性検証の目標値(Acceptable Criteria:FAC2)は、民生分野において一般に用いられている 米国の推奨値(ハーバード大学、Hanna博士による)を用いる。

時期	研試(その1)終了時点	研試(その2)終了時点	所内試験終了時点
段階	Verification(検証)	Validation(妥当性確認)	実地形予測(実現象確認)
	平地気流条件	直方体模型(1個、9個)	実地形模型
		Net of the second secon	
評価 指標	再現すべき気流条件 ・風速分布:1/7乗則 ・乱流強度:10-16% ・拡散幅:大気安定度C-D	目標性能 地表濃度分布のFAC2(実験 値/計算値が0.5~2.0に入る データの比率)が50%以上	高さ10m以下の建物は、 直方体で近似的に再現す る。

結論

結論及び今後の方向

- 1 24年度から円滑に事業開始できるよう所要の態勢 を整える。
- 2 国内外の類似システムを有する他の研究機関との 連携を追及する。
- 3 本事業の設計構想段階から、積極的に運用者サイ ドからの知見やニーズを積極的に取り込み、完成度 を高める。