

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	栗城 康弘
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学） 滑川 徹
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 大森 浩充
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 村上 俊之
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 高橋 正樹
(論文審査の要旨) 学士（工学）、修士（工学）栗城康弘君提出の学位請求論文は「UAV 群の協調フォーメーション制御に関する研究」(A Study on Cooperative Formation Control for a Multi-UAV System)と題し、7 章から構成されている。 ネットワーク技術、コンピュータ技術、小型センサ技術の急速な進展に伴い、協調制御技術が実システムに適用されつつある。協調制御技術をビークル群に適用することにより、耐故障性、効率性、コストパフォーマンスに優れたマルチビークルシステムを構成することができる。本研究においては、複数の UAV(Unmanned Aerial Vehicle)から構成される、マルチ UAV システムの協調制御に関する問題を扱っている。具体的には、UAV が分散協調的にフォーメーション飛行を達成する制御アルゴリズムを提案している。また、このフォーメーションの形成にあたり、UAV 同士で衝突してしまう危険性があるが、この衝突を回避する制御アルゴリズムを提案している。 第 1 章では、本研究の背景、従来の研究を概説し、本研究の目的を述べている。 第 2 章では、本研究の基礎となる合意アルゴリズムについて説明している。 第 3 章では、合意アルゴリズムを適用してフォーメーションを達成させるための基本的な制御アルゴリズムを提案している。具体的には、1 次システムを制御対象として、合意アルゴリズム及び Leader-Follower 構造を適用したフォーメーション制御アルゴリズムを考案している。またその妥当性について、数値シミュレーションにより検証している。 第 4 章では、本研究の主目的である、UAV が分散かつ協調的にフォーメーションを達成する制御アルゴリズムを提案している。まず、UAV である Quadrotor を制御対象として、UAV 及びマルチ UAV システムのモデル化を行っている。続いて、各 UAV が Leader に追従しつつフォーメーションを達成する制御アルゴリズムを提案している。また、各 UAV が、フォーメーションの目標位置に漸近安定的に収束するよう、制御ゲインに対する条件を導出している。最後に、提案制御アルゴリズムの妥当性について、数値シミュレーションにより検証している。 第 5 章では、フォーメーション飛行を形成する過程において生じ得る UAV 同士での衝突について、この衝突を回避する制御アルゴリズムを提案している。衝突回避アルゴリズムについては、人工ポテンシャル場、モデル予測制御を個別に適用し、また、フォーメーション制御アルゴリズムとの親和性を確保している。つまり、フォーメーション制御アルゴリズムと衝突回避アルゴリズムを同時に適用したとしても、引き続き安定性が保証されるアルゴリズムとしている。最後に、提案制御アルゴリズムの妥当性について、数値シミュレーションにより確認している。 第 6 章では、提案制御アルゴリズムの妥当性及び有効性について、実機を用いて検証している。まず、実験環境構築について概説した後に、第 4 章及び第 5 章で提案したフォーメーション制御アルゴリズムと衝突回避アルゴリズムを実機に適用し、検証実験により制御アルゴリズムの有効性を示している。 第 7 章では、本研究の成果を総括し、今後の課題と展望について言及している。 以上要するに、本論文は UAV 群の協調フォーメーション制御問題に対して、合意アルゴリズムに基づく制御則の設計法を提案し、理論と実験の双方からその有効性を実証したもので、システム制御工学分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。 よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第 2（システム統合工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		