



Title	クアドロータのチルトフレーム制御とピンング協調制御
Author(s)	坂口, 聡範
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/82318
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (坂 口 聡 範)

論文題名 クアッドロータのチルトフレーム制御とピニング協調制御

論文内容の要旨

災害地の情報収集や社会インフラ点検などにクアッドロータが応用されている。しかしながら、従来のクアッドロータは機体自由度の低さおよび作業範囲の狭さから複雑なミッションおよび大規模なミッションを遂行できないという課題がある。本論文では、1つ目の課題に対して、機体自由度を向上させたチルト型クアッドロータを開発し、そのチルト制御器を提案する。2つ目の課題に対して、複数台のクアッドロータが効率よく協調動作を達成するピニング協調制御器を提案する。

まず、平行リンク機構を用いた1軸チルトフレームを有する5自由度のクアッドロータを開発する。1個のアクチュエータを追加することで、ピッチ方向にフレームをチルトおよび折り畳みできる。しかしながら、機体幅が最小のとき入力ピッチトルクが0になるという特異性を持つため、ピッチ方向の安定化が困難である。この問題を解決するために、従来の制御構造に新たな目標チルト角生成器を加えた制御アーキテクチャを提案する。シミュレーションと実験では、制御器のゲインを高く設定すると特異点近傍で安定に飛行でき、低く設定するとピッチ角に安定なリミットサイクルが生じるホップ分岐が発生することを示す。

つぎに、平行六面体機構を用いた2軸チルトフレームを有する6自由度のクアッドロータを開発する。2個のアクチュエータを追加することで、ロール方向とピッチ方向にフレームをチルトおよび折り畳みできる。平行六面体の性質から従来のクアッドロータと同じ制御法を適用できる。シミュレーションと実験では、2軸チルト運動を伴いながら安定に飛行できることを示す。

最後に、クアッドロータ群の単一クアッドロータのみに外部から制御入力を印加することで、協調動作の中でも最も基本的な、全クアッドロータを所望の状態に一致させるピニング合意制御について考える。制御入力として静的ピニング制御を用いたときの合意速度の上限を明らかにし、合意速度の性質から既約伝達関数に対して合意速度を最大化する動的ピニング制御器を設計する。シミュレーションでは、静的ピニング制御に対して動的ピニング制御の有効性を示す。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (坂 口 聡 範)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	潮 俊 光
	副 査	教 授	乾 口 雅 弘
	副 査	教 授	田 中 正 夫

論文審査の結果の要旨

本論文は、クアドロータの機能性の向上を目的とした平行リンクを用いたチルト型クアドロータの開発とその飛行制御法の提案をしている。さらに、クアドロータ群のピニング合意制御における合意速度を理論的に検討している。第1章の緒論と第6章の結論を含め、以下の各章から構成されている。

第2章では、チルト機構を有しないクアドロータの問題点をまとめている。さらに、既存のチルト機構を有するクアドロータを分類し、その特徴をまとめ、本論文で開発するクアドロータの利点を述べている。

第3章では、平行リンク機構を用いた1軸チルトフレームを有する5自由度のクアドロータを開発している。飛行の安定性の向上を目的に、従来の制御構造に新たな目標チルト角生成器を加えた制御アーキテクチャを提案している。シミュレーションと実機実験によって、特異点近傍でも安定に飛行できることを示している。また、ピッチ角に安定なリミットサイクルが生じるホップ分岐が発生することを理論的に示し、実機実験によって確認している。

第4章では、平行六面体機構を用いた2軸チルトフレームを有する6自由度のクアドロータを開発している。2個のアクチュエータを使って、ロール方向とピッチ方向にフレームをチルトおよび折り畳むことができる。シミュレーションと実機実験により、2軸チルト運動を伴いながら安定に飛行できることを示している。

第5章では、クアドロータ群に対して、指定されたクアドロータのみに外部から制御入力を印加することで、全クアドロータを所望の状態に一致させるピニング合意制御の収束性を理論的に考察している。制御入力として静的ピニング制御を用いたときの合意速度の上限を明らかにし、この結果を応用して、合意速度を最大化する動的ピニング制御器を設計している。さらに、クアドロータ群のピニング合意制御法を提案している。

以上のように本論文は、既存のチルト機構を有するクアドロータの欠点を克服する新しい機構を開発し、さらに、ピニング制御の収束速度の限界を明らかにしており、クアドロータ技術の発展とピニング制御理論の発展に貢献した。よって、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。